Aus dem psychologischen Institut der Universität Breslau.

Über Täuschungen des Tastsinns.

Inaugural-Dissertation,

welche

nebst den beigefügten Thesen

mit Genehmigung der hohen

philosophischen Fakultät der Königl. Universität Breslau

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

Montag, den 3. August 1903, Vormittags 10 Uhr

in der Aula Leopoldina

öffentlich verteidigen wird

Michael Sobeski.

Opponenten:

Dr. phil. **Paul Lipinski,**
cand. theol. **Anton Pfeiffer.**

AGAD
BIBLIOTEKA

Breslau
Buchdruckerei H. Fleischmann
1903.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548201_0099

Meinen Eltern

gewidmet.

§ 1.

Einleitung.

Von verschiedenen Forschern sind gelegentlich Beobachtungen gemacht worden, dass der Tastsinn in der Schätzung von Grössen und Strecken Täuschungen unterliege. Diese Beobachtungen sind mit den geometrisch-optischen Täuschungen in Zusammenhang gebracht worden; es ist dies von Loeb und von den Amerikanern Dresslar und F. C. Parrish geschehen, welche die bekannte optische Täuschung, wonach eine eingeteilte Strecke stets zu Ungunsten einer gleich grossen aber nicht eingeteilten Strecke überschätzt wird, dem Tastsinn adaptiert und experimentellen Messungen unterzogen haben. Professor Ebbinghaus machte nun den Vorschlag, auch andere geometrisch-optische Täuschungen auf ein etwaiges Bestehen einer analogen Täuschung für den Tastsinn zu untersuchen. Besonders machte er auf die Fruchtbarkeit derartiger Untersuchungen an Blinden aufmerksam, da die Blinden erstens von vorne herein einen bedeutend besser ausgebildeten Tastsinn wie sehende Versuchspersonen besitzen, und weil sie zweitens in ihren Anstalten in der Schätzung von Strecken geradezu eingeübt werden, mithin die denkbar besten Versuchspersonen abgeben. Von den zahlreichen geometrisch-optischen Mustern wurden nur zwei relativ einfache in entsprechender Weise für den Tastsinn geprüft: nämlich die in Figur 1 und 2

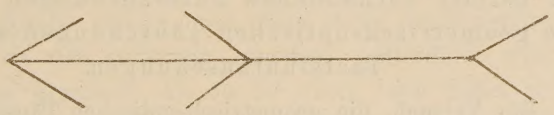


Fig. 1.

dargestellten Muster, die von Müller-Lyer angegeben und von ihm als Konfluxions- und als Kontrasttäuschung bezeichnet sind. Kompliziertere Muster, wie z. B. das Zöllner'sche bieten der Untersuchung grössere Schwierig-

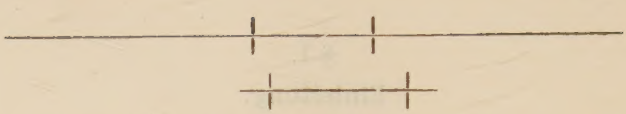


Fig. 2.

keiten und sind in dieser Arbeit nicht behandelt worden. Es ist ohne weiteres einleuchtend, dass die Ergebnisse derartiger Tastsinnuntersuchungen, mögen sie das Bestehen oder das Nichtbestehen von den optischen analogen Täuschungen nachweisen, wesentliche Momente für eine Theorie der geometrisch-optischen Täuschung abgeben können. So dürften z.B. für den Fall, dass derartige Täuschungen im Gebiete des Tastsinns nachweislich sind, die rein physiologischen Theorien, welche den Grund zu den geometrisch - optischen Täuschungen in einer besonderen Strucktur des Sehorgans suchen, ohne weiteres in Wegfall kommen. Vielleicht ergeben auch die Untersuchungen über Tastsinntäuschungen allgemeine Kriterien für die Beurteilung der Prinzipien, auf welche die Theorien der geometrisch-optischen Täuschungen gestützt werden; z. B., ob man die geometrisch-optischen Täuschungen als Urteils- oder Empfindungstäuschungen aufzufassen hat, welche beiden Anschauungen den Theorien der geometrisch-optischen Täuschungen meistens zu Grunde gelegt werden. (Vgl. Witasek, „Ueber die Natur der geometrisch-optischen Täuschungen.“ Zeitschr. f. Psychol. etc. Bd. XIX).

§ 2.

Die bereits vorhandenen Untersuchungen über die den geometrisch-optischen Täuschungen analogen Tastsinntäuschungen.

Ein Versuch, die geometrisch-optischen Täuschungen in Beziehung zu den Tastsinntäuschungen zu setzen, findet sich bei Dresslar (The american journal of psychology: „A new illusion of touch and an explanation for the illusion of displacement of certain cross lines in vision, Bd. VI, S. 275). Wie er selbst berichtet, hatte er Gelegenheit die von Loeb in Pflügers Archiv für Physiologie, Bd. 46, S. 38 beschriebene Tastsinntäuschungen nachzuprüfen. Loeb hatte festgestellt,

dass, wenn man über zwei sich im Punkte O kreuzende Stäbe (Fig. 3) die Finger der einen Hand auf der scharfen Kante C D in der Richtung von C nach D führt, beim Hingleiten des Fingers über O CO gegen AB aufzusteigen, OD dagegen sich zu senken scheint. „Die Kanten CO und DO scheinen dachgiebelförmig gegen die scheinbar höher liegende Kante AB sich zu erheben.“ (a. a. O., S. 38).

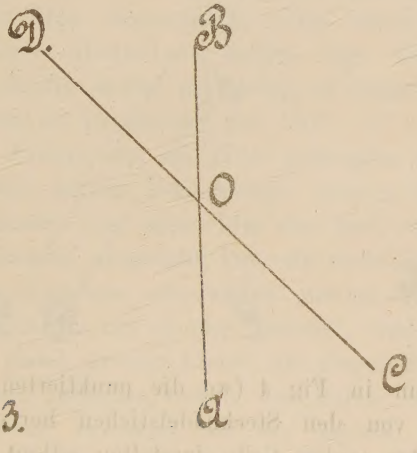


Fig. 3.

Ebenso scheint CD höher zu liegen, wenn man den Finger von B nach A führt. Die Erklärung für diese Erscheinung glaubt Loeb darin zu finden, dass beim Hingleiten des Fingers über die quere Kante die einzelnen Elemente der Haut einen stetig zunehmenden Druck, falls sie sich der Kante nähern und einen stetig abnehmenden Druck, falls sie sich entfernen, erleiden. „Hierdurch wird die Empfindung bestimmt, als ob die quere Linie höher sei und die Zweige der anderen Linie dachgiebelförmig sich gegen dieselben erheben“ (a. a. O., S. 39). Dresslar hatte nun eine andere eng mit dieser Loeb'schen in Verbindung stehende Täuschung gefunden und an erwähnter Stelle beschrieben. Er gebrauchte nicht ein System tastbarer, sich schneidender Graden aus prismatischen Eisenstäben, sondern stach Löcher mit einer Stecknadel in einen Karton und zwar entlang von zwei sich, wie aus beistehender Fig. 4 ersichtlich, kreuzenden Linien.

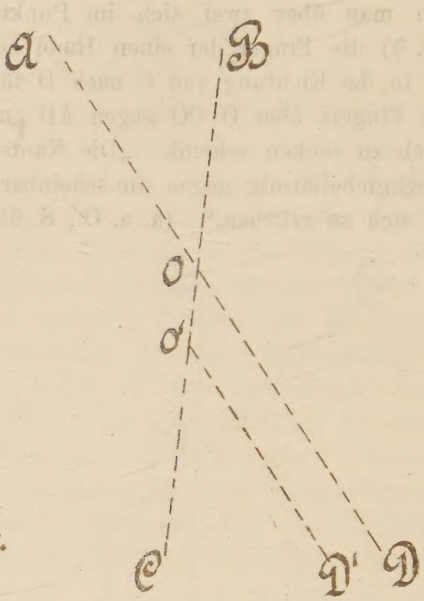


Fig. 4.

Wenn nun in Fig. 4 (wo die punktierten Linien AB und CD die von den Stecknadelstichen hervorgebrachten Löcher auf der rauhen Seite darstellen sollen) die Fingerspitze längs BC geführt wird auf C zu und über O gleitet, dann erscheint AD nicht als eine gerade, sondern als eine gebrochene Linie und der Abschnitt OD scheint verschoben zu sein, und nun die Lage O'D' inne zu haben. Eine ganz analoge Erscheinung findet statt, wenn der Finger über AD von A nach D hingleitet. Dann erscheint die Linie BC gebrochen und auch der Teil OC hat seine Lage entsprechend verändert.

Das optische Analogon zu dieser Tastsinntäuschung ist die bekannte Poggendorff'sche Täuschung. Da nun bei der Tasttäuschung zweifellos in den Bewegungen des Fingers der täuschungserregende Faktor zu suchen ist, so werden von Dresslar auch bei der Poggendorff'schen Figur die Bewegungsmodifikationen des Auges als Ursache der Täuschung bezeichnet, was an citierter Stelle näher ausgeführt ist. Beide Täuschungen finden also in ein und demselben Prinzip

eine ausreichende Erklärung, und die Möglichkeit der Gemeinsamkeit des Erklärungsprinzips ist durch die Berücksichtigung des successiven Einwirkens der Reize in beiden Sinnesgebieten bedingt.

Ganz ähnlich verhält es sich bei der zweiten der optischen nachgebildeten und von Dresslar beschriebenen Tastsinntäuschung. In beiden Sinnesgebieten werden nämlich eingeteilte Strecken im Verhältnis mit gleich langen aber nicht eingeteilten überschätzt. Die darauf bezüglichen Untersuchungen Dresslars mögen hier kurz dargestellt werden. („Studies in the psychology of touch" S. 332—342. Amer. Journal of Psychology Bd. VI).

Schan James hat in „The principles of psychology" Bd. 2, S. 250 darauf hingewiesen, dass 2 objektiv gleich grosse Distanzen, von denen die eine leer, die andere mit fühlbaren Punkten ausgefüllt war, als verschieden gross vermittelst des Tastsinns empfunden werden. Für das Auge ist diese Thatsache zur Genüge bekannt, und es steht fest, dass von 2 gleich grossen Linien die eingeteilte, und von 2 gleich grossen Zwischenräumen der durch eine Linie ausgefüllte grösser erscheint als der andere, wie aus den Figuren 5 und 6 zu ersehen ist.

Fig. 5.

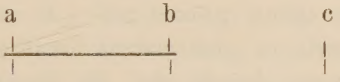
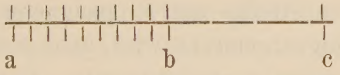


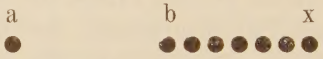
Fig. 6.



Die Strecken a b erscheinen in beiden Fällen grösser, als die Strecken b c (vgl. dazu Wundt, Physiol. Psychologie 4. Aufl. Bd. 2, S. 142. Ferner Wundt „Die geometrisch-optischen Täuschungen", 24. Bd. der Abhandlungen der math.-physikal. Klasse der kgl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften § 3).

Es sagt nun James, dass wenn man von einer in zwei Hälften geteilten Linie auf einem Karton die eine Hälfte

punktiert, die andere frei lässt, und nur das Ende punktiert und nun mit der Fingerspitze auf der anderen Seite des Kartons über die ganze Linie gleitet, dass dann die leere Hälfte länger erscheint als die punktierte. Da nun James keine Daten über Anzahl und Art seiner Versuche, noch über Längenverhältnisse etc. der angewandten Linien angiebt, so hat Dresslar genaue quantitative Untersuchungen über das betreffende Muster angestellt und mit grosser Sicherheit gerade das Gegenteil der James'schen Behauptung festgestellt. Unter leerem Raum versteht hier Dresslar eine glatte homogene Oberfläche (a smooth homogeneous surface such as the surface of a bit of well-sized cardboard, a. a. O. S. 332) unter „ausgefülltem" Raum versteht er ganz dieselbe Oberfläche, welche von der unteren Seite punktiert ist, um dem Tastsinn eine Reihe von scharf umgrenzten Empfindungen zu geben (so as to offer to the sense of touch a series of additional and sharply defined sensations, a. a. O., S. 332). Vgl. dazu Fig. 7

Fig. 7 

Der Einwand, dass die Strecke b x infolge von Reibung an den Punkten, und mithin infolge einer dadurch verzögerten Bewegung grösser als a b erscheinen müsse, ist hinfällig, weil es sich erstens herausgestellt hat, dass mit der wachsenden Anzahl der die Strecke b x ausfüllenden Punkte diese Strecke um so geeigneter zum Hinübergleiten mit dem Finger gemacht wird, und weil zweitens von allen Versuchspersonen bestätigt wurde, dass die freie Bewegung in dem ausgefüllten Raume nicht im geringsten gehemmt war. Dresslar wandte nun 18 Karten von glatter, steifer Pappe an, und in diese wurden Punkte in den verschiedensten Variationen, was Zahl und Entfernung anbetrifft, eingestochen. Seine mit 7 Versuchspersonen erhaltenen Resultate sind folgende: war die objektive Länge des leeren wie des gefüllten Raumes je 2 cm. und die Anzahl der den einen Raum füllenden Punkte 4, so wurden von 69 Urteilen 63

zu Gunsten des gefüllten Raumes als des längeren und nur 6 zu Gunsten des leeren Raumes abgegeben. Eine genauere Uebersicht der erhaltenen Resultate zeigt zunächst eine im allgemeinen stark überwiegende Anzahl von Urteilen zu Gunsten des gefüllten Raumes als des längeren; ganz besonders ist dies deutlich in 5 Fällen, wo die beiden eingetragenen Räume objektiv gleich gross waren, wobei sich noch die charakteristische Thatsache herausstellte, dass mit wachsender Punktzahl die Zahl der Urteile zu Gunsten des gefüllten Raumes wuchs. Selbst in Fällen, wo der leere Raum objektiv grösser war als der gefüllte, wurde letzterer überschätzt und wiederum im Verhältnis zu der Anzahl der ihn füllenden Punkte. Diese Serie von Versuchen bezeichnet Dresslar als solche mit aktivem Tastsinn (tests with active touch, a. a. O., S. 332), weil hierbei die Versuchspersonen eine bestimmte Bewegung, eine Tätigkeit zu vollbringen hatten.

Der Einwand, dass bei der Beurteilung von Längen von Strecken vermittelst des Tastsinnes auch die Zeitschätzung d. h. ein gedankliches Zählen während des Hinübergleitens des Fingers über die betreffenden Räume einen wesentlichen Faktor mit ausmache, wird durch Dresslars Versuche über den sogenannten passiven Tastsinn widerlegt (tests with passive touch a. a. O., S. 338—342). Es gelang ihm durch eine geschickte Versuchsanordnung, die Experimente derart zu gestalten, dass die betreffenden Distanzen vermittelst eines Apparates an der Fingerspitze der Versuchspersonen vorbeiglitten; hierbei ist natürlich die Geschwindigkeit des Vorübergleitens nach Belieben bestimmbar, und selbstverständlich war die Geschwindigkeit mit welcher der leere wie der gefüllte Raum an der Fingerspitze vorbeiglitten in beiden Fällen eine gleichförmige, mithin ist der Einfluss irgend welcher Zeitschätzung ausgeschlossen. Es sei noch bemerkt, dass durch Anbringen einer zweckmässigen Armstütze die Versuchspersonen den Arm möglichst bequem halten konnten, wodurch etwaige Schwankungen der Fingerspitze, Ermüdung etc. ausgeschaltet waren. Die Versuche

selbst wurden ganz analog den vorigen mit aktivem Tastsinn ausgeführt. Und das Resultat war, dass von 312 überhaupt gefällten Urteilen 270 zu Gunsten des gefüllten Raumes als des längeren ausfielen, wobei noch eine beträchtliche Anzahl von objektiv längeren leeren Räumen in Anwendung war. Die Versuche von Dresslar sind anscheinend einwandfrei; mithin darf als festgestellt gelten, dass für den Tastsinn in bezug auf das angewandte Muster eine ganz analoge Täuschung besteht, wie für den Gesichtssinn. Dresslar hat aus seinen Untersuchungen keine besonderen Schlüsse auf die Natur der Sinnestäuschungen gezogen. Er bringt nur ganz allgemein die Thatsache, dass gefüllte Räume für den Gesichts- wie für den Tastsinn grösser erscheinen, als gleich grosse leere, mit der Erfahrung des täglichen Lebens in Verbindung wo z. B. ein zum ersten Male zurückgelegter Weg länger erscheint, als in den darauf folgenden Malen, weil wir das erste Mal eine grössere Fülle von neuen Empfindungen und Eindrücken haben, die wir das nächste Mal, da uns der Weg schon bekannt ist, vernachlässigen, was eine Analogie mit den zahlreichen von einander getrennten Empfindungen, die ein mit fühlbaren Punkten ausgefüllter Raum liefert, bildet.

Gegen diese Dresslar'schen Versuche uud Ergebnisse sind Einwände erhoben worden, die auch auf experimenteller Grundlage basiert sind und zwar von F. C. Parrish „The cutaneous estimation of open and filled space“ Amer. Journal of psychology Bd. 6, S. 514—522. Die obigen Dresslar'schen Versuche sind derart ausgeführt worden, dass die Versuchsporsonen entweder mit dem Finger über die betreffenden Räume glitten oder aber die Räume an der Fingerspitze vorbeigeführt wurden, mithin wurde in beiden Fällen eine Bewegung ausgeführt; also ist es wohl nicht zu bezweifeln, dass diese ausgeführte Bewegung ein wesentlicher Faktor beim Zustandekommen der Täuschung ist. Nun hat F. C. Parrish experimentell festgestellt, dass bei analogen Versuchen für die „ruhende Haut“ gerade eine Umkehrung der optischen Täuschung stattfindet. „We think the conclusion to be pretty obvious, that for the resting skin a

filled line is shorter than an open space objektively equal to it“ a. a. O., S. 521.

Das Versuchsverfahren von F. C. Parrish bestand darin, dass er Holzklötzchen anwendete, die mit erhabenen Punkten in den verschiedendsten Abständen etc. versehen waren, und diese Klötzchen an die Hautoberfläche, an der Innenseite des Vorderarmes bei der Handwurzel beginnend anlegte.

Diese an sich sehr schätzenswerten Versuche von F. C. Parrish sind als Argumente gegen die Ergebnisse der Dresslar'schen Versuche, also gegen die Behauptung einer Analogie der optischen mit der Tastsinntäuschung wenig stichhaltig. Denn beim Versuchsverfahren von Parrish wirkten die Reize simultan, bei Dresslar succesiv; es kommt also bei Parrish das tertium comperationis: die ausgeführten Bewegungen, auf die eben Dresslar die Analogie zwischen den beiden Täuschungen gründet, ganz in Wegfall.

Die verschiedenartigen Resultate der Untersuchungen der beiden Forscher ergeben aber zweierlei Folgerungen, und zwar erstens für die Natur der Dresslar'schen Tasttäuschung und, zweitens für das Wesen der Analogie zwischen der optischen und der Tasttäuschung.

Was den ersten Punkt anbetrifft, so liegt die Versuchung nahe, die Ursache der Ueberschätzung der diskontinuirlich ausgefüllten Strecke im Vergleich mit der gleich langen leeren darin zu suchen, dass bei der ersterwähnten Strecke eine Fülle von gegeneinander abgegrenzten Reizen auf den Finger einwirkt, während bei der zweiten nur die beiden Endpunkte als deutlich differenzierte Reize empfunden werden. Angenommen, dass nur die verschiedene Anzahl der Reize das wesentliche Moment beim Zustandekommen der Täuschung bilde, so müsste die Täuschung auch beim simultanen Einwirken der Reize vorhanden sein. Parrish hat aber gerade das Gegenteil nachgewiesen. Mithin ist dieses scheinbar so plausible Erklärungsprinzip hinfällig.

Auch die Annahme, dass die diskontinuierlich ausgefüllte Strecke deshalb überschätzt werde, weil die Bewegung des

Fingers durch die einzelnen Punkte eine Verzögerung erleide, mithin der grössere Zeitaufwand mit in Anschlag gebracht werde, ist durch die Versuche Dresslars mit passivem Tastsinn unhaltbar gemacht. Die beiden Strecken glitten mit gleicher Geschwindigkeit an der Fingerspitze vorüber, und die Täuschung blieb bestehen.

Die Dresslar'sche Täuschung ist also aus der blossen Berücksichtigung der durch das Muster veranlassten verschiedenen Empfindungsinhalte nicht erklärbar. Es müssen da anderweitige psychische Faktoren mitwirken.

Eine Analyse des Vorgangs, der sich bei der Täuschung abspielt, giebt uns darüber Aufschluss.

Die Versuchsperson weiss, ehe sie das Muster zu betasten beginnt, dass sie ein Urteil über die Länge zweier Bewegungen abgeben soll. Das Vorstellungsbild von zwei auf einander folgenden homogenen Bewegungen wird in ihr dadurch vorbereitet, es ist gewissermassen in Bereitschaft. Geht die Versuchsperson nun zur tatsächlichen Ausführung der beiden Bewegungen über, so ist ihre Aufmerksamkeit zunächst auf die beiden Bewegungen als solche konzentriert. Nun empfindet sie die Bewegung auf der leeren Strecke als eine in sich gleichartige, als eine homogene, dagegen hat sie bei der diskontinuirlich ausgefüllten Strecke, die Empfindung einer reinen, homogenen Bewegung nicht. Es kann über die Länge dieser beiden Strecken nur insofern ein Urteil abgegeben werden, als ihre vorgestellten Bewegungsbilder mit einander verglichen werden.

Das Bewegungsbild der leeren Strecke ist homogen, es kongruiert mit dem kraft der motorischen Einstellung in Bereitschaft gewesenen Bewegungsbilde.

Dagegen ist das Bewegungsbild der ausgefüllten Strecke getrübt, die Fülle der unterwegs angetroffenen, gegen einander abgegrenzten Reize übt einen geradezu störenden Einfluss auf die Reinheit des Bewegungsbildes aus.

Soll nun ein Urteil über die Längen der beide Strecken gefällt werden, so können nicht mehr zwei reine Bewegungsbilder mit einander verglichen werden, denn mit dem Bewegungsbilde der ausgefüllten Strecke ist eine Anzahl von

gleichzeitig aufgetretenen Nebenempfindungen verbunden; dieses Plus von Empfindungen auf der Seite dieses Bewegungsbildes veranlasst nun die Ueberschätzung der ausgefüllten Strecke zu Ungunsten der gleich langen leeren.

Wie schon erwähnt, liefern die Ergebnisse der Untersuchungen von Dresslar und Parrish Folgerungen für das optische Gebiet.

So ist es zunächst zweifellos, dass die beiden Sinnesgebiete mit einander verwandt sind. Ferner aber lehren die scheinbar einander widersprechenden Ergebnisse der Untersuchungen der beiden Forscher, dass wir das auf dem einen Sinnesgebiete Gefundene nur mit Vorbehalt auch auf das andere Sinnesgebiet anwenden dürfen. Denn auf optischem Gebiete ist man ohne weiteres berechtigt ein simultanes Einwirken der Reize anzunehmen, vorausgesetzt natürlich, dass die Muster nicht zu grosse Dimensionen besitzen. Findet man nun im Tastgebiete eine der optischen analoge Täuschung, auch wenn sie nur beim successiven Einwirken der Reize vorhanden ist, so wird man wegen der augenscheinlichen Verwandschaft der beiden Sinnesgebiete nur eine solche Theorie der optischen Täuschungen für einwandsfrei betrachten können, die neben dem simultanen auch dem successiven Einwirken der optischen Reize Rechnung trägt.

So ist z.B. für die Erklärung der besprochenen Täuschung nur diejenige optische Theorie ausreichend, welche auch die Augenbewegungen mit berücksichtigt.

[Uebrigens sei noch erwähnt, dass Parrish, trotzdem er gegen Dresslar heftig ankämpft, auch in seinen Ergebnissen eine indirekte Stütze derjenigen optischen Theorien, die die Augenbewegungen mit in Anschlag bringen, sieht, denn er sagt a. a. O., S. 522, „So far as it goes our own conclusion, that for the resting skin the filled line is shorter, distinctly supports the theory, that the key to the corresponding optical illusion is to be looked in movement.“]

Die Anwendung dieses allgemeinen Kriteriums auf die optischen Täuschungen ist des genaueren in § 5 durchgeführt, weil erst dort 2 neue Tastsinntäuschungen, die in den nun

folgenden Paragraphen 3 und 4 beschrieben sind, mit berücksichtigt werden konnten.

§ 3.

Neue Untersuchungen über Tastsinntäuschungen, speziell über das Müller-Lyersche Konfluxions-Muster.

Die im vorigen Kapitel beschriebenen Resultate legten es nahe, den Tastsinn auch in bezug auf andere Tauschungen zu untersuchen und zwar bot zunächst das Müller-Lyer'sche Konfluxions-Muster einerseits wegen seiner relativen Einfachheit und andererseits wegen des verhältnismässig sehr hohen quantitativen Betrages der Täuschung, die es für den Gesichtssinn bewirkt, grosses Interesse. Analog wie bei den optischen Täuschungen wurden auch hier die quantitativen Messungen nach den beiden bereits von Fechner vorgeschlagenen Methoden: erstens nach der „Methode der Wahl" und zweitens nach der „Methode der Einstellung" eingerichtet.

I. Methode der Wahl.

a) Versuche mit sehenden Versuchspersonen.

Das Versuchsverfahren war folgendes: Das Müller-Lyer'sche Muster wurde nach dem Vorschlage von Professor Ebbinghaus in dünnes Zinkblech mit einem ziemlich scharfen Eisenstift eingedrückt, sodass es auf der anderen Seite deutlich in erhabener Form zum Vorschein kam und bequem mit der Fingerspitze über dasselbe hinübergeglitten werden konnte. Die Versuchspersonen wurden angehalten, mit horizontal aufliegendem Finger über das Muster hinzugleiten, um die Schenkel der Winkel, die doch beim Zustandekommen der Täuschung wesentlich sind, jedesmal deutlich zu fühlen. Es sei noch erwähnt, dass die 3 End-

punkte der beiden Vergleichslinien besonders scharf markiert waren, indem mit einem Hammer der Eisenstift an den betreffenden 3 Punkten tiefer in das Zinkblech hineingetrieben wurde, sodass auf der anderen Seite des Bleches eine deutlich fühlbare Abgrenzung der beiden Vergleichslinien gegen einander und gegen die Umgebung erzielt war. Derartige Zinkbleche, jedes mit einem Müller-Lyer'schen Muster versehen, wurden 11 Stück hergestellt, und zwar war auf allen diesen 11 Blechen die zwischen den einander zulaufenden Schenkeln liegende Linie ab constant gleich 40 mm. gehalten, während die Vergleichslinien bc der Reihe nach 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 mm. betrugen. Der Neigungswinkel der Schenkel gegen die Vergleichslinien betrug auf allen 11 Blechen 30° und die Länge der Schenkel war überall dieselbe, gleich 15 mm. Es ist ohne weiteres einleuchtend, dass Muster mit grösseren Variationen der Schenkellänge zwecklos wären, weil ja nur solche Längen der Schenkel in betracht kommen können, bei denen die beiden Schenkel und der Anfangspunkt der Linie gleichzeitig deutlich mit dem Finger empfunden werden. Bei Schenkellängen, welche die angewandte Grösse von 15 mm. übertreffen, wäre dies aber nicht mehr der Fall.

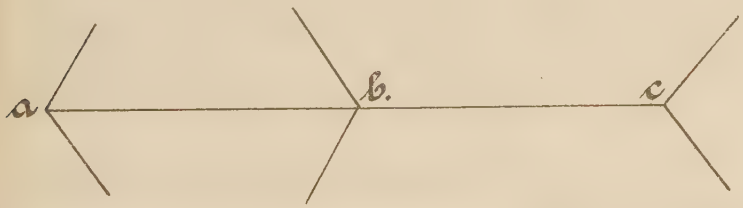


Fig. 8.

Die Versuchspersonen hatten nun die Aufgabe, bei verschlossenen Augen mit der Spitze des Zeigefingers der rechten Hand über das erhabene Muster zu gleiten und ein Urteil abzugeben, ob ihnen die beiden Linien gleich oder verschieden gross erschienen. Die Versuchspersonen, 11 an der Zahl, waren durchweg Studenten der Breslauer Universität,

Tabelle I.

Schenkellänge = 15 mm.

Konstante = 40 mm., Neigungswinkel = 30°.

	S				P		Pt		K	E	St		N	Sod.	Ko	L	Na.
32	—	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—	0	—
33	+	+	0	0	—	—	+	—	0	—	—	—	—	+	—	—	—
34	0	0	0	0	—	—	—	0	0	0	—	0	0	—	+	—	—
35	+	+	+	0	0	+	—	—	0	+	—	—	0	—	0	0	0
36	—	+	+	+	+	—	—	—	0	+	+	0	—	+	+	0	+
37	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	+	—	0	0	0	—	+
38	—	+	+	+	+	—	0	0	0	+	0	0	+	+	—	+	0
39	+	+	+	0	+	0	0	+	0	+	+	0	0	0	+	0	+
40	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	0	0	0
41	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	0	+
42	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	0	+
A.M.	37	34	33,5	34,6	33,5	39	39,6	38,5	35,8	34	38	37,6	35,4	36	37,3	37,8	37,6
m.T.	3	6	6,5	5,4	6,5	1	0,4	1,5	4,2	6	2	2,4	4,6	4	2,7	2,2	2,4
	5,2				3,8		0.9		4,2	6	2,2		4,6	4	2,7	2,2	2,4

Σ m T = 60,8 Arithmetisches Mittel aus den mittleren Täuschungen = 3,5.

Erklärung der Abkürzungen:

A.M. = arithmetisches Mittel aus den der Konstanten gleich geschätzten Variablen.

m.T. = mittlere Täuschung, d. h. die Differenz aus der Konstanten und dem arithmetischen Mittel aus den der Konstanten gleich geschätzten Variablen.

Σ.m.T. = Summe der mittleren Täuschungen.

die mit Ausnahme des einen in der Tab. I mit Sod. bezeichneten, der Psychologie fern standen und unbefangen waren. Die Zinkbleche wurden ihnen in ganz willkürlicher Folge gereicht und jedesmal beliebig viel Zeit zur Abgabe eines Urteils gelassen. Die Resultate sind in der Tabelle I zusammengefasst. Die erste Vertikalreihe enthält die Grössen der variablen Vergleichslinien in Millimetern, die übrigen Vertikalreihen die über die betreffende variable Vergleichslinie gefällten Urteile, wobei die Pluszeichen eine Ueberschätzung, die Minuszeichen eine Unterschätzung und die 0-Zeichen eine Gleichschätzung der Variablen mit der Konstanten von 40 mm. bedeuten. Um zu bestimmten Zahlangaben zu gelangen, sind nur aus den mit 0 bezeichneten Linien je einer Vertikalreihe die arithmetischen Mittel gezogen werden. Die noch in Frage kommenden Uebergangsstellen von den — zu den + Zeichen konnten vernachlässigt werden, da ihre Mitberücksichtigung keine wesentliche Aenderung der Endresultate ergeben würde. Die arithmethischen Mittel stehen in der Tab. I in der mit A.M. bezeichneten Horizontalreihe. Die letzte Horizontalreihe m.T. giebt die mittleren Täuschungen an, d. h. die Differenz aus der Konstanten und dem arithmetischen Mittel aus den der Konstanten gleichgeschätzten Variablen. Eine genauere Uebersicht der Tabelle zeigt recht interessante Fälle. So sind kein einziges Mal von all' den 11 Versuchspersonen die 3 letzten Vergleichslinien, von denen die mit 40 bezeichneten, der Konstanten gleich, die beiden andern (41 und 42) um 1 resp. 2 mm. länger als die Konstante waren, als zu klein geschätzt worden; sie wurden vielmehr mit geringen Ausnahmen stets als bedeutend grösser wie die Konstante geschätzt. Die Mittelwerte aus den mittleren Täuschungen für die verschiedenen Versuchspersonen betragen laut Tab. I: 5,2 3,8 0,9 4,2 6 2,2 4,6 4 2,7 2,2 2,4.

Das arithmetische Mittel aus sämtlichen mittleren Täuschungen beträgt 3,5, d. h. die Täuschung beträgt 7,8%. Diese Zahlangaben haben jedoch nur einen relativen Wert,

denn natürlich würde eine ausgedehntere Serie von Messungen einen anderen Gesamtmittelwert ergeben. Jedenfalls ist aber das Ergebnis dieser Untersuchungen, dass für den Tastsinn eine ganz analoge Täuschung wie für den Gesichtssinn in Bezug auf das Müller-Lyer'sche Muster besteht.

Im allgemeinen ist zu bemerken, dass die Versuchspersonen beim Beginn der Versuche Mühe hatten, überhaupt ein Urteil abzugeben, dass sie die ersten Urteile sehr unsicher fällten, und dass es einer gewissen kurzen Uebung erforderte, bis sie zu einer leichten, sicheren Beurteilung gelangt waren. Nun ist es eine bekannte Tatsache, dass blinde, besonders blindgeborene Personen einen besonders gut ausgebildeten Tastsinn besitzen, weil sie ja in ihrer praktischen Betätigung in der Hauptsache auf diesen angewiesen sind. Deshalb erschienen Tastversuche mit Blinden ganz besonders interessant. Die naheliegende Vermutung, dass die Blinden ihre Urteile mit bedeutend grösserer Leichtigkeit und Sicherheit als die Sehenden fällen würden, wurde vollkommen bestätigt, was im folgenden Abschnitte b dargelegt ist.

b) Versuche mit blinden Versuchspersonen.

Dank der freundlichen Zuvorkommenheit des Direktors der Schlesischen Blinden-Unterrichts-Anstalt zu Breslau, des Herrn Schottke, war ich in der Lage, Experimente mit Blinden anstellen zu können. Es standen mir 5 Versuchspersonen zur Verfügung und zwar junge Leute im Alter von 14 bis 16 Jahren, die sämtlich blind geboren waren. Sie sind in den Tabellen Ia und X bis XVI mit den Anfangsbuchstaben ihrer Namen M. Ka. Kl. Sch. und Fr. bezeichnet. Die Unbefangenheit dieser Versuchspersonen kann wohl nicht in Frage gestellt werden. Die Tatsachen der geometrisch-optischen Täuschungen sind ihnen naturgemäss

Tabelle Ia.

Konstante = 40 mm.

Neigungswinkel = 30°.

Schenkellänge = 15 mm.

	M.			Ka.			Kl.			Sch.		
32	—	0	0	—	—	—	—	—	—	—	0	0
33	+	+	+	—		0	—	+	—	+	0	0
34	+	+	0	—	0	—	—	+	—	+	0	0
55	+	+	0	+	0	—	+	0	+	+	0	0
36	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+
37	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+
38	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
39	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	0
40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
41	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
42	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
A.M.	$32^1/_2$	32	33,7	34,5	36	33	34,5	35,5	36,5	32,5	33,5	36,3
m.T.	$7^1/_2$	8	6,3	5,5	4	7	5,5	4,5	3,5	7,5	6,5	3,7
		7,3			5,5			4,5			5,9	

$\Sigma mT = 69,5$

Arithm. Mittel aus den mittleren Täuschungen = 5,7

verschlossen, und ebenso war ihnen ein Vorhandensein von Tastsinntäuschungen ganz unbekannt und blieb es während der ganzen Dauer und selbst nach Abschluss der Versuche. Diese 5 Versuchspersonen blieben bis zum Schluss selbst über den Zweck der an ihnen vorgenommen Messungen unaufgeklärt. Das Verfahren war hier ganz dasselbe wie das oben beschriebene. Die Messungen wurden dreimal vorgenommen und zwar an 3 verschiedenen Tagen, die stets durch einen dazwischen liegenden freien Tag von einander getrennt waren. Die Zeit war an allen 3 Tagen dieselbe, nämlich zwischen 7 und 9 Uhr abends. Ferner wussten die Personen es garnicht, dass sie jedesmal dieselben Muster zu beurteilen hatten, während dies bei den oben beschriebenen sehenden Personen praktisch schwer durchführbar war. Auch hier wurden den Blinden die 11 Zinkbleche in ganz willkürlicher Reihenfolge zur Beurteilung hingereicht. Die Resultate, 132 an der Zahl sind in der Tab. Ia verzeichnet. Sie weisen eine wesentliche Uebereinstimmung mit den bei den sehenden Personen (Tab. I) erzielten auf. Auch hier ist die objektiv kürzeste Vergleichslinie von 32 mm. niemals als grösser wie die Konstante und nur einige Male als dieser gleich geschätzt worden. Ferner wurden ganz ebenso wie im vorigen Falle (Tab. I) die 3 grössten Vergleichslinien von 40, 41 und 42 mm. kein einziges Mal zu Gunsten der Konstanten unterschätzt, sondern als bedeutend zu lang beurteilt, während doch die sehenden Versuchspersonen diese 3 grössten Vergleichslinien einige Male als der Konstante gleich geschätzt hatten. Also auch diese Tab. Ia beweist mit noch grösserer Sicherheit als die Tab. I wegen der völligen Unbefangenheit der Versuchspersonen eine der optischen analoge Tastsinntäuschung. Wenn wir alle Fälle, in welchen die variable Vergleichslinie kürzer war als die Konstante, also von 32 bis 39 mm. in Augenschein nehmen, so ergiebt sich eine sehr stark überwiegende Anzahl von ⌐ Zeichen, d. h. eine bedeutende Ueberschätzung der objektiv kürzeren Variablen.

Es sei noch ganz besonders darauf hingewiesen, dass die objektiv kürzeste Vergleichslinie von 32 mm. am volle 8 mm. von der Konstanten differierte, dass also die Schwelle für die Tastsinntäuschung ganz beträchtlich gross gewählt worden war, während für das Auge die Täuschung in diesem Falle schon nicht mehr besteht. Wie aus Tabelle Ia ersichllich, hat sich noch ein charakteristischer Umstand bemerkbar gemacht, und zwar sind in 4 Vertikalreihen, von denen jede die allerersten mit der betreffenden Versuchsperson vorgenommenen Messungen enthält, gar keine O-Zeichen eingetragen. Trotzdem diese 4 blinden Versuchspersonen ganz besonders darauf aufmerksam gemacht worden waren, auf eine etwaige Gleichheit der beiden Vergleichslinien zu achten, konnten sie sich in keinem einzigen Falle entschliessen, ein Gleichheitsurteil abzugeben, vielmehr betonten sie jedesmal die Verschiedenheit der beiden Linien. Erst das zweite und das dritte Mal stellten sich die Gleichheitsurteile ein. Dabei möge noch einmal darauf hingewiesen werden, dass es den Versuchspersonen ganz unbekannt war, dass sie jedesmal in den 3 Fällen ganz dasselbe Muster zu prüfen hatten. Da nun aber in den erwähnten 4 ersten Kolumnen keine einzige Inkonsequenz vorkommt, da besonders in die Reihen der + Zeichen weder — noch O-Zeichen eingesprengt sind, so kann man die vermutlichen Gleichheitsurteile am Uebergange vom Minus- zu dem Pluszeichen annehmen, sodass also zum z.B. für die Versuchsperson M. das arithmetische Mittel aus den der Konstanten gleichgeschätzten Variablen mit 32,5, mithin die mittlere Täuschung mit 7,5 anzusetzen ist. Analog sind die mittleren Täuschungen auch in den übrigen drei Fällen berechnet worden; das arithmetische Mittel aus den gesamten mittleren Täuschungen, die in der Tabelle Ia in der untersten Horizontalreihe verzeichnet sind, betrug 5,7 während es für die sehenden Versuchspersonen nur 3,5 ausmachte, also um 2,2 mm. kleiner war, eine Differenz die aus der weit grösseren Unbefangenheit der Blinden erklärlich ist. Wie ersichtlich, sind die mit den Blinden erhaltenen Resultate viel gleichmässiger und konsequenter als die mit sehenden Versuchs-

personen, besonders ist die Anzahl der in die [1] Zeichen-Kolumnen eingesprengten Null- resp. Minus-Zeichen in der Tabelle Ia ganz erheblich geringer als in der Tabelle I.

Der Uebersicht halber seien hier noch die Mittelwerte der mittleren Täuschungen für die einzelnen Blinden angeführt: 7,3 5,5 4,5 5,9. Während nun laut Abschnitt a die mittleren Täuschungen für die einzelnen sehenden Personen in den weiten Grenzen von 0,9 bis 6 schwankten, sind die analogen Schwankungen bei den Blinden nur in den engen Grenzen von 4,5 bis 7,3 enthalten. Die Differenz zwischen Maximum und Minimum der Schwankung beträgt also für die Sehenden 5,1 für die Blinden dagegen nur 2,8.

Es ist also zweifellos, dass die an Blinden vorgenommenen Messungen der Tastsinntäuschungen bedeutend wertvoller sind als die an Sehenden.

II. Methode der Einstellung.

Die durch das Müller-Lyer'sche Muster hervorgerufene geometrisch-optische Täuschung ist bekanntlich ihrer Grösse nach variabel, und zwar wird diese Variabilität, eine konstante Länge der beiden Vergleichslinien vorausgesetzt, von zwei Faktoren bedingt: erstens von der Länge der Schenkel, zweitens von der Grösse der Winkel. Wie schon erwähnt, kommt der erste Umstand, die Variation der Längè der Schenkel für unsere Zwecke nicht in Betracht, weil nur solche Schenkellängen zur Geltung kommen, die gleichzeitig mit dem Anfangspunkte der Linie vermittelst der Fingerspitze in ihrer ganzen Länge empfunden werden; es braucht also die Schenkellänge von 15 mm. nicht überschritten werden. Wir haben es also nur mit einer Variation der Winkel zu thun. Um dies bequem bewerkstelligen zu können, liess ich einen kleinen Apparat*) anfertigen, welcher es zugleich gestattete, nach der Methode der Einstellung zu ver-

*) Vgl. die Abbildung am Ende der Abhandlung.

fahren. Der Apparat, der im Folgenden kurz als Tastapparat bezeichnet werden mag, bestand in einem Holzblock, auf welchem das Müller-Lyer'sche Muster sozusagen verkörpert aufgebaut worden war. Die eine Hälfte des Apparates nahm eine Messingplatte ein, in deren Mitte eine kleine Messingwand von 10 mm. Höhe senkrecht befestigt war. Die Messingwand trug ein möglichst dünnwandiges Messingröhrchen von 38 mm. Länge an dessen beiden Enden vier kleine je 15 mm. lange Wände entsprechend den vier einwärts gekehrten Schenkeln des Müller-Lyer'schen Musters angebracht waren. Diese vier Wände waren in ihren Befestigungspunkten drehbar, so dass sie der Reihe nach alle beliebigen Winkel zwischen 20° und 90° einnehmen konnten. Aus technischen Gründen war ein kleinerer Winkel als 20° nicht erzielbar, weil ja die Wände und das Röhrchen eine gewisse Dicke besitzen und eine grössere Annäherung an einander nicht gestatteten. Alle Winkelbezeichnungen sind wie üblich auf die von den Vergleichslinien und den Schenkeln gebildeten Winkel bezogen. Die zweite Hälfte des Holzblockes nahm auch eine kleine Messingplatte ein, die aber zwischen zwei anderen ihr parallelen Messingplatten vermittelst einer an der Seite des Holzblockes angebrachten Schraube nach zwei Richtungen, und zwar, nach dem vorher erwähnten Messingröhrchen hin und zurück beweglich war. Diese Messingplatte trug einen ebenfalls auf einer kleinen Messingwand von 10 mm. Höhe gestützten Eisenstift, der in das erwähnte Röhrchen möglichst genau hineinpasste. Dieser Stift entspricht der variablen Vergleichslinie des Müller-Lyer'schen Musters mit den beiden nach auswärts gekehrten Schenkeln. Auch diese Schenkel bestanden aus zwei Messingwänden, die gleichfalls in ihren Stützpunkten um 90° drehbar waren. Der Apparat war so genau gearbeitet, dass die sechs Seitenwände und die beiden Vergleichslinien (das Röhrchen und der Eisenstift) genau in einer horizontalen Ebene lagen. Infolge der grossen Dünnwandigkeit des Messingröhrchens ist beim Hinübergleiten mit den Fingern ein Unterschied zwischen dem Niveau des

Messingröhrchens und dem des Eisenstiftes gar nicht zu spüren, beträgt auch der Niveauunterschied objektiv nur einen Bruchteil eines Millimeters. Um den Beginn und das Ende der beiden Vergleichslinien deutlich zu markieren, waren an den drei betreffenden Stellen kleine Zinktröpfchen aufgelötet. Sind nun die Winkel beliebig eingestellt, so hat die Versuchsperson die Aufgabe, an der Schraube so lange hin und her zu drehen, bis die Variable der Konstanten gleich erscheint, sei es für den Gesichts- oder für den Tastsinn. Der Apparat ist also gleich gut für beide Zwecke brauchbar. Es sei noch erwähnt, dass eine an der Seite angebrachte Skala die direkte Ablesung der Grösse der Einstellung der Variablen ermöglicht.

a. Versuche mit sehenden Versuchspersonen.

Sämtliche im Folgenden erwähnten Versuche nach der Methode der Einstellung wurden mit dem oben beschriebenen Tastapparat ausgeführt. Das Verfahren war Folgendes: die Seitenwände des Tastapparates wurden unter einem beliebigen Winkel eingestellt und die Variable vermittels der Schraube möglichst klein gemacht, so dass sie sofort als bedeutend kleiner wie die Konstante zu erkennen war. Die Versuchspersonen hatten nun die Aufgabe mit dem Zeigefinger der rechten Hand über die beiden Strecken möglichst flach hinzugleiten und die Vergleichslinie mittels der Schraube solange zu vergrössern, bis sie der Konstanten völlig gleich erschien. Diese Einstellung ist als Einstellung „von unten" (v.u. in den Tabellen II bis VIII und X bis XVI) benannt. Oder aber es wurde die variable Vergleichslinie bedeutend zu lang gemacht, und nun war es Sache der Versuchspersonen die Variable durch Schrauben so lange zu verkleinern, bis sie wieder der Konstanten gleich erschien. Dies Verfahren ist als Einstellung „von oben" (v.o. in den Tabellen II bis VIII und X bis XVI) bezeichnet. Stets wechselten beide Verfahren mit einander ab. Es standen mir 5 Versuchspersonen in den Tab. II bis VIII mit N. P. A. K. S. bezeichnet, Studenten der hiesigen Universität, zur Verfügung,

die von einem Vorhandensein von Tastsinntäuschungen von vornherein nichts wussten und daher unbefangen die Einstellungen ausführten. Von jeder einzelnen Versuchsperson wurden für die Winkel von 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80° je 10 Einstellungen ausgeführt und zwar je 5 „von unten“ und je 5 „von oben“. Die Dauer der Versuche erstreckten sich über mehrere Wochen, sodass an einem Tage von ein und derselben Versuchsperson nie mehr wie ein Winkel untersucht wurde, und gewöhnlich mehrere Tage je 2 Einstellungsserien von einander trennten, um den störenden Einfluss einer Einübung möglichst auszuschliessen. Die Reihenfolge der Grösse der Winkel war eine ganz beliebige Die erhaltenen Resultate sind in den Tab. II bis VIII verzeichnet. Die einzelnen Tabellen enthalten sämtliche zusammengestellten Resultate für einen bestimmten Winkel. Der Uebersicht halber sind jedesmal die betreffenden Einstellungen „von unten“ wie die „von oben“ in zusammenhängender Reihe verzeichnet. Die Vertikalreihen enthalten also die Längen (in mm.) der der Konstanten gleichgeschätzten Variablen. Die mit a. M. T. bezeichneten Horizontalreihen enthalten die arithmetischen Mittel aus je 10 Einstellungen für den Tastsinn, die mit m. T. T. die mittlere Täuschung für den Tastsinn, d. h. die Differenz aus der Konstanten und dem arithmetischen Mittel aus den der Konstanten gleich geschätzten Variablen. Des Vergleiches halber wurde von jeder Versuchsperson nach je 10 Einstellungen für den Tastsinn, je 2 Einstellungen für das Auge mit demselben Apparat und für denselben Winkel uud zwar je eine Einstellung „von oben“ und je eine „von unten“ ausgeführt. Die Horizontalreihen a. M. A. enthalten die arithmetischen aus diesen 2 der Konstanten gleich geschätzten Variablen, und die Horizontalreihen m. T. A. enthalten die diesbezüglichen mittleren Täuschungen. Die wesentlichsten Endresultate enthält die Tab. IX und zwar die arithmetischen Mittel aus sämtlichen Tastsinn- und optischen Täuschungen, von allen 5 Versuchspersonen für die betreffenden Winkel.

Schenkellänge = 15 mm.

Konstante = 38 mm.

Tabelle II.

20°

	N	P	A	K	S
V.u.	36,2	30	29	28,0	36,8
	34	36,2	28	34,8	35,2
	31	30,2	29	38	35,8
	33,6	28,5	28	29	36,8
	34	28,2	30	34,2	34,8
V.O.	37,8	30,4	28,5	34	33,5
	34,8	30,2	27	32	32,2
	34,4	30,4	29	34	33,2
	35,8	30,4	31,5	34	35
	33	32,5	28,5	33	34,2
a.m.T.	34,5	30,1	28,9	33,1	34,2
a.M.A.	29,2	34	31	32	32,1
m.T.T.	3,5	7,9	9,1	4,9	3,8
m.T.A.	8,8	4	7	6	5,9

a.M.T. = arithmetisches Mittel aus den 10 der Konstanten gleichgeschätzlen Variablen für den Tastsinn.
a.M.A. = arithmetisches Mittel aus den 2 der Konstanten gleichgeschätzten Variablen für das Auge.
m.T.T. = mittlere Täuschung für den Tastsinn.
m.T.A. = mittlere Täuschung für das Auge.
v.u. — Einstellungsweise „von unten“.
v.o. = Einstellungsweise „von oben“.

Tabelle III.

30°.

	N	P	A	K	S
V. U.	28	28	28,5	34,8	33,2
	31,5	28	30	34,6	35,2
	35	28	30,5	38,0	33,2
	35	36	30,0	37,5	34
	34	28	28	36	34
V. O.	38	30	28	37,5	37,5
	36,5	32	31,8	33,6	33
	31	28,5	28	37	35
	36	28,5	30	36	35
	36,5	28	33,2	34,6	33,8
a. M. T.	34,2	28,9	29,8	35,9	34,4
a. M. A.	31,2	32,4	32,2	34,4	32,8
m. T. T.	3,8	9,1	8,2	2,1	3,6
m. T. A.	6,8	5,6	5,8	3,6	5,2

Tabelle IV.

40°.

	N	P	A	K	S
V. U.	36,2	31	31,8	31,8	29,8
	38	32,2	35	30,2	33,5
	36	31,2	32,8	33,2	34,6
	34,5	31	38	34,8	32,8
	33	36,2	35,5	30,2	38
V. O.	34	32,4	35,5	35	35,4
	38	31	37,5	36,2	36,3
	37,4	32,8	34	36,2	35
	38	33,8	31,5	36,8	35
	35	33	34,5	37,2	37,2
a. M. T.	36,0	32,5	34,6	34,2	35,8
a. M. A.	32,9	32,8	35,2	35,2	36,2
m. T. T.	2	5,5	3,4	3,8	2,2
m. T. A.	5,1	5,2	5,2	2,8	1,8

Tabelle V.

50°

	N	P	A	K	S
	32	31	34	28	36
	33,7	31	32,8	32,2	36,5
V. U.	36	32,8	28,5	33	36,2
	36	33	31,5	35,5	37
	37,5	34	32	32	36
	38,5	34,5	36,5	37,8	37,2
V. O.	37,6	33	34	34,5	36
	34,5	31,8	35	34,5	34
	39	36	36	37,5	35,8
	34,5	32	35,2	37	36,5
a. M. T.	35,9	32,8	34,6	35,2	36,1
a. M. A.	33	36,5	33,3	35,8	36,8
m. T. T.	2,1	5,2	3,4	2,8	1,9
m. T. A.	5	1,1	4,7	2,2	1,2

Tabelle VI.

60°.

	N	P	A	K	S
	34,2	36	32	37	37,8
	31,5	35	30,5	32,5	36,5
V. U.	37	37,5	31	36	38
	36	36,2	35	38,8	36,2
	36,8	36	35,6	39	36,8
	37,5	35	36,5	33	39
	38,2	39,5	36,5	31	36,5
V. U.	37	35,2	35	38	35,8
	37,5	37,2	35,5	33,5	37,5
	35	38	36,5	35	38,2
a. M. T.	36,1	36,6	34,4	35,5	37,3
a, M. A.	34,7	37	34,3	36	37,2
m. T. T.	1,9	1,4	3,6	2,5	0,7
m. T. A.	3,3	1	3,7	2	0,8

Tabelle VII.

70°.

	N	P	A	K	S
V. U.	32	32	37,2	33,2	37,2
	32,8	38	42	34,8	36,8
	32	38	32	35	39
	33	30,2	36,8	36,5	37
	33,4	30	36,8	35,8	37,5
V. O.	35,8	32	40,2	37,8	38,2
	36,5	32	36,8	37,6	36,8
	36	32,5	36,2	37,5	38
	38,8	34	37,5	37	37,5
	36,8	32	38,8	37,8	37,2
a. M. T.	34,7	33,1	37,4	36,3	37,5
a. M. A.	36,9	37,5	34,5	36,3	37,8
m. T. T.	3,1	4,9	0,6	1,7	0,5
m. T. A.	1,1	0,5	3,5	1,7	0,2

Tabelle VIII.

80°.

	N	P	A	K	S
V. U.	35	35	41	34,8	38,2
	36,2	36	37,8	37	37,8
	37	39,5	38	36,8	36,5
	37	36	36	36,8	39
	38	38	34	38	38,2
V. O.	36	40	34	39	40
	36	38	36	39	38
	37	38,2	36	38,2	39,2
	36,5	37	37	38,8	36,8
	36,2	39	35	38,2	38,2
a. M. T.	36,5	37,7	36,5	37,7	38,2
a. M. A.	38	38,1	37,6	37	38
m. T. T.	1,5	0,3	1,5	0,3	—0,2
m. T. A.	0	— 0,1	0,4	1	0

Tabelle IX.

Uebersicht der arithmetischen Mittel aus den mittleren Täuschungen für den Tastsinn (T) und für das Auge (A).

	T.	A.
20°	5,8	6,3
30°	5,4	5,4
40°	3,4	4
50°	3,1	2,8
60°	2	2,2
70°	2,2	1,4
80°	0,7	0,3
Σ	22,6	22,4

Diese Tab. IX enthält also die Gesamtergebnisse aus 350 Messungen. Wie ersichtlich, ist eine wesentliche Uebereinstimmung zwischen dem Tastsinn, und der optischen Täuschung zu konstatieren. Erstens stimmen die Summen

aus den mitleren Täuschungen für das Auge wie für den Tastsinn sehr genau mit einander überein, nämlich 22,4 für das Auge und 22,6 für den Tastsinn, laut Tab. IX. Zweitens ist in beiden Fällen die Grösse der Täuschung umgekehrt proportional der Grösse des Winkels, also fällt dies zusammen mit den von Heymans (Zeitschrift für Psychologie u. s. w. Bd. IX) für die optische Täuschung gefundenen Thatsachen. Eine einzige kleine Unregelmässigkeit in der Proportionalität für die Tastsinnsäuschung besteht bei den Winkeln von 60° und von 70°, wo dem grösseren der beiden Winkel eine etwas grössere mittlere Täuschung zukommt. Jedoch ist dies ziemlich belanglos, da sich in den jetzt zu beschreibenden Versuchen mit Blinden, die naturgemäss viel bedeutungsvoller sind, diese Unregelmässigkeit durchaus nicht vorfindet, sondern vielmehr eine noch regelmässigere umgekehrte Proportionalität zwischen den Winkelgrössen und den mittleren Täuschungen zum Vorschein kommt. Eine genauere Uebersicht der einzelnen hier erhaltenen Resultate soll auch dort stattfinden.

b. Versuche mit blinden Versuchspersonen.

Ganz dieselben Versuche wurden auch mit Blinden angestellt und zwar mit denselben bereits oben erwähnten vier Versuchspersonen, zu denen noch eine fünfte gleichfalls blindgeborene hinzukam, auch hier wurden im Ganzen 350 Messungen vorgenommen; die Technik des Verfahrens war die nämliche wie die oben beschriebene. Die Resultate sind in den Tabellen X—XVI verzeichnet. Die Vertikalreihen geben die eingestellten Längen der der Konstanten als gleich geschätzten Variablen (mit den nach auswärts gekehrten

Tabelle X.

Konstante = 38 mm.

Schenkellänge = 15 mm.

20°.

	M.	Ka.	Kl.	Sch.	Fr.
	29	29	28,5	30,5	28,5
	29	31	30	29	29
V. U.	28,5	31,5	30	30,5	28,5
	30	28,5	30,5	28,5	29
	29	28,2	30	28,5	28,5
	28,5	31	30	29,5	30
	29,5	29	29,5	30	29,8
V. O.	29	29,5	30	30,5	28,5
	28,5	30	29,8	29,5	29
	29	30,2	30,5	28,5	29,5
a. M.	29	29,8	29,9	29,5	29
m. 1.	9	8,2	8,1	8,5	9

Tabelle XI.

30°.

	M.	Ka.	Kl.	Sch.	Fr.
	30,2	28	29,2	31	30
	30,2	30,8	31	30	30,5
V. U.	28,2	31,2	29,8	28,8	31
	31,5	29,2	31	29,5	30
	29,8	29,8	31,5	30	30,8
	31	30	31,2	31	31,2
	30,2	30,2	30	31	31,5
V. O.	29,5	33	31,5	31,5	30,8
	29	30,2	31,2	29,5	31
	29,8	30,8	30,2	32	30
a. M.	29,9	30,3	30,7	30,4	30,7
m. T.	8,1	7,7	7,3	7,6	7,3

Tabelle XII.

40°.

	M.	Ka.	Kl.	Sch.	Fr.
V. U.	32,2	32	35	34	32,5
	32,2	31,5	31,5	29	32
	33	32	32	31	33
	32,8	31,8	32,5	32	32,5
	32,5	32	32	32	33
V. O.	33,2	32	34	31	30,5
	32,8	31,5	33,5	32	30,5
	32,8	33	32,5	31,5	32
	33	32,8	33	32	31
	32,8	32,6	33,2	32,2	32
A. M.	32,7	32,1	32,9	31,7	31,9
m. T.	5,3	5,9	5,1	6,3	6,1

Tabelle XIII.

50°.

	M.	Ka.	Kl.	Sch.	Fr.
V. U.	34	33	31,5	32	33
	33	33,5	34	33	32,5
	34,5	34	35,5	33,8	34
	35	33,5	34	34	33,5
	34	34	35,5	33	33,5
V. O.	36	33,8	34	33	34,8
	34,5	33,5	35,8	32,8	34,8
	36	35	35,8	32,8	33,5
	35	35,5	34	34,5	33
	36	36	35,5	34	34
A. M.	34,8	34,2	34,6	33,3	33,7
m. T.	3,2	3,8	3,4	4,7	4,3

Tabelle XIV.

60°.

	M.	Ka.	Kl.	Sch.	Fr.
	35,5	34	33	32	33,5
	35,5	34	33	34	33
V. U.	36	36,5	36,5	35,5	35
	36,5	35	35,8	35	34,5
	36	36	36	36	36
	37	35,5	35	34	34
	36,5	35,8	36	32,8	35
V. O.	37	36	36,5	35	34,8
	35,5	35	36	34,5	35,5
	37	36	36,2	36	35,5
A. M.	36,3	35,4	35,4	34,5	34,7
m. T.	1,7	2,6	2,6	3,5	3,3

Tabelle XV.

70°.

	M.	Ka.	Kl.	Sch.	Fr.
V. U.	37	35	35,5	33	37,5
	37	36,5	37	36,5	37,5
	36,5	37	36	37	36
	37	36,5	37	35	35,8
	36,8	38	37	36	37
V. O.	37	38,5	38,5	36	39
	37,2	37,5	37,5	35	38
	37,5	36,5	36	36,5	36,5
	38	37	37	36,5	38,5
	36,6	37,5	37,5	37	36
A. M.	37,1	37	36,9	35,9	37,2
m. T.	0,9	1	1,1	2,1	0,8

Tabelle XVI.

80°.

	M.	Ka.	Kl.	Sch.	Fr.
V. U.	37,5	35,5	36	36	37
	35	38	37,5	36,5	37,5
	35	37	36,5	36,5	38
	36,5	35,5	38	37	36,8
	37	36	37,5	37,5	37
V. O.	38,5	35	38,5	36,5	37,8
	38,5	36	38,5	38	38,2
	37	37,5	37,5	37	37,5
	37,5	37	38	37,5	37
	37	37,5	38	38	37,2
A. M.	37	36,5	37,6	37,1	37,4
m. T.	1	1,5	0,4	0,9	0,6

Tabelle XVII.

Uebersicht der arithmetischen Mittel aus den mittleren Täuschungen für die betreffenden Winkel.

	a. M.	Δ
20°	8,6	
		1,0
30°	7,6	
		1,9
40°	5,7	
		1,8
50°	3,9	
		1,2
60_0	2,7	
		1,5
70°	1,2	
		0,3
80°	0,9	
Σ	30,6	

Δ = Differenz aus je 2 auf einander folgender arithmethischen Mitteln.

Schenkeln) für die betreffenden Winkel an. Ein Vergleich der Tabellen II—VIII mit den Tabellen X—XVI zeigt im letzteren Falle eine weit grössere Regelmässigkeit im Einstellen, was infolge des besser ausgebildeten Tastsinns der Blinden erklärlich ist, während bei den sehenden Personen die einzelnen vertikalen Zahlenkolumnen stellenweise ziemlich beträchtliche Sprünge aufweisen. Es sei noch erwähnt, dass im Allgemeinen die Messungen mit dem Tastapparat ziemlich hohe Anforderungen an die Aufmerksamkeit und die Ausdauer, besonders der sehenden Versuchspersonen, die ja

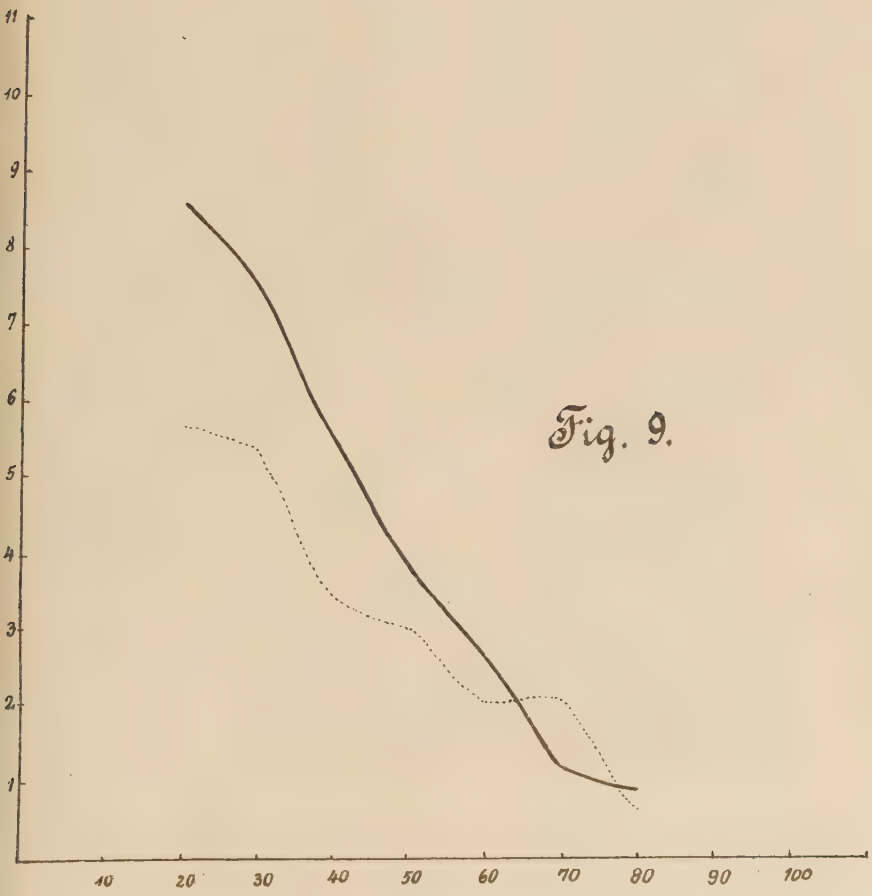


Fig. 9.

im Tasten wenig geübt sind, stellen, und dass in der Regel nach je zehn Messungen eine beträchtliche Abspannung der Personen zu bemerken war. Bei den Blinden blieben diese störenden Nebenumstände gänzlich aus. Die wesentlichen Gesamtergebnisse sind in der Tabelle XVII zusammengefasst; es wird also das bereits bei den Sehenden gefundene Resultat bestätigt und zwar noch in einem weit vollkommneren Masse, da, wie leicht ersichtlich, die umgekehrte Proportionalität zwischen der Grösse der mittleren Täuschung und der Grösse der Winkel hier noch viel schärfer zu Tage tritt. Um den Verlauf der Täuschung für blinde wie für sehende Versuchspersonen besser zur Anschauung zu bringen, sind die Resultate der Tabellen IX und XVII, in der beigefügten Zeichnung in ein rechtwinkliges Koordinatensystem eingetragen, wobei auf der Abscisse die Winkel, auf der Ordinate die arithmetischen Mittel aus den mittleren Täuschungen verzeichnet sind. Die ausgezogene Kurve zeigt den Verlauf der Täuschung für die blinden, die punktierte den für die sehenden Versuchspersonen. Erstens ist die grössere Gesetzmässigkeit des Täuschungsverlaufes bei den Blinden evident. Zweitens ist die Täuschung bei den Blinden grösser als bei den Sehenden, denn die Summe aus sämtlichen mittleren Täuschungen beträgt bei den Blinden 30,6 (Tab. XVII), bei den Sehenden nur 22,6 (Tab. IX).

Es wird also durch die Tabellen IX und XVII, die ja die Endergebnisse aus 700 an 10 Versuchspersonen vorgenommenen Messungen enthalten, das Vorhandensein einer der optischen analogen Tastsinntäuschung bestätigt. Die sich daraus ergebenden Schlüsse werden später abgehandelt werden.

§ 4.

Weitere experimentelle Untersuchungen über Tastsinntäuschungen speciell über die sogenannte Müller-Lyer'sche Kontrasttäuschung.

Wie aus den beiden vorigen §§ (§ 2 und § 3) ersichtlich, sind den optischen analoge Tastsinntäuschungen in zwei Fällen experimentell nachgewiesen worden. Es soll jetzt

die von Müller-Lyer beschriebene und benannte Kontrasttäuschung für den Tastsinn untersucht werden. Von zwei objektiv gleich langen Linien wird nämlich stets die mit zwei kürzeren Ansätzen versehene im Vergleich mit einer gleich langen aber mit zwei längeren Ansätzen versehene Linie überschätzt.

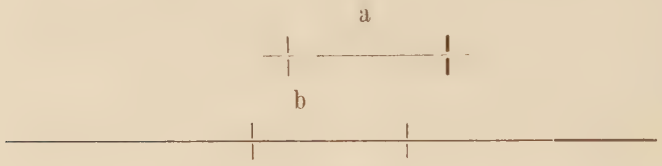


Fig. 10.

Es erscheint also in Figur 10 die Strecke a grösser als b, trotz ihrer objektiven Gleichheit (vergl. Müller-Lyer „Ueber Kontrast und Konfluxion" Zeitschr. für Psychologie u. s. w. Bd. IX, S. 1—16 ff.). Bekanntlich wird diese Täuschung als auf der Thatsache des Kontrastes beruhend erklärt. Heymans hat nun (Zeitschr. für Psychol. u. s. w. Bd. IX, S. 248 ff.) den Begriff des Kontrastes zu dem eines „Bewegungskontrastes" erweitert. Es war mithin eine Prüfung des Musters nach Figur 10 vermittelst des Tastsinns deshalb in hohem Masse interessant, weil ja die Beurteilung der beiden Strecken nur vermittelst einer Bewegung des Fingers stattfinden kann, mithin sich hierbei der Bewegungskontrast, falls ein solcher überhaupt vorhanden ist, bemerkbar machen muss. Die Technik des Verfahrens war folgende:

Auf ähnlichen Zinkblechen wie die oben angewandten wurde das Kontrastmuster erhaben eingetragen, die Endpunkte der Linien waren besonders fühlbar gemacht (vergl. Fig. 11).

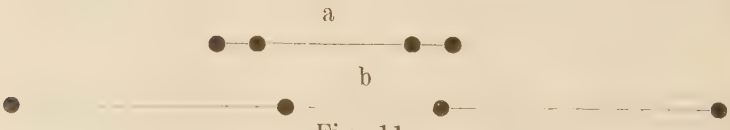


Fig. 11

Die objektive Länge der beiden mittleren Vergleichslinien betrug 30 mm., die kürzeren Ansätze an a betrugen je 5 mm. und die längeren an b betrugen je 30 mm. Die Mittellinie b war konstant gehalten, während die Länge von a variiert wurde, indem auf 15 Zinkblechen die Linie der Reihe nach die Länge von 20 mm. bis 35 mm. hatte, sodass sie also im kürzesten Falle um 10 mm. kürzer als b und im entgegengesetzten Falle um 5 mm. länger als b war. Die Versuchspersonen hatten die Aufgabe, mit dem Zeigefinger der rechten Hand über die beiden Linien in ihrer ganzen Länge hinweg zu gleiten, und ein Urteil über die beiden mittleren Vergleichslinien abzugeben. Mit den an sechs sehenden Versuchspersonen angestellten Untersuchungen konnte jedoch ein positives Resultat nicht erzielt werden. Zunächst erklärten alle Versuchspersonen übereinstimmend, dass sie überhaupt nicht im Stande wären, irgend ein Urteil zu fällen, da ihnen, wenn sie von der einen Linie zu der anderen übergingen, die Länge der zuerst geprüften Linie aus dem Gedächtnis entfiele. Nachdem nun die Versuchspersonen zu einer Einübung angehalten waren, fällten sie Urteile, aber stets mit grossem Schwanken und ohne jede persönliche Sicherheit, und zwar Urteile, die nicht einmal eine Spur irgend einer Gesetzmässigkeit aufwiesen; so wurde z. B. oft die kürzeste Vergleichslinie a von 20 mm. als grösser wie die Konstante von 30 mm., dann wieder eben so oft als kleiner beurteilt, während die längste Vergleichslinie a von 35 mm. auch eben so oft als grösser wie als kleiner wie die Konstante geschätzt worden war. Deshalb wurde die Versuchsanordnung variiert und zwar folgendermassen. Da es sich nur um die Beurteilung der beiden Mittellinien handelt, während die Nebenlinien bei den Tastversuchen nur die Rolle haben, den Finger in die richtige Bahn zu bringen, damit derselbe vorher eine längere resp. eine kürzere Bewegung ausführe, bevor er die Vergleichslinien antrifft, so wurde das Muster derart abgeändert, dass nur die beiden Vergleichslinien auf dem Zinkblech erhaben eingetragen waren, während nur die Anfänge der Ansatz-

linien durch erhabene Punkte markiert waren, vergl. dazu Figur 12:

Fig. 12.

Aber auch mit dieser Versuchsanordnung, die doch die Aufmerksamkeit ganz besonders auf die Vergleichslinien zu konzentrieren ermöglicht, konnten Resultate, die irgend welche Gesetzmässigkeit aufwiesen, nicht erzielt werden.

Selbst eine noch vereinfachtere Form der Versuchsanordnung, die aus Figur 13 zu ersehen ist,

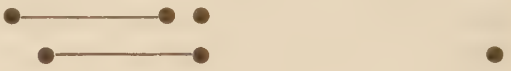


Fig. 13.

wonach die Ansatzlinien jedesmal nur an einer Seite der Vergleichslinien markiert waren, wobei also den Versuchspersonen die Konzentrierung ihrer Aufmerksamkeit auf die beiden Vergleichslinien in noch höherem Masse erleichtert war, führten zu keiner Gesetzmässigkeit in den Urteilen.

Eben solche negative Resultate ergaben die Versuche mit den Blinden. Jedoch war hier ein gewisser aber sehr kleiner Fortschritt zu beobachten. So wurden gewöhnlich die objektiv kürzesten wie die objektiv längsten Vergleichslinien als solche erkannt, während aber bei den übrigen zwischen den beiden Extremen liegenden Linien keine gesetzmässige Beurteilung stattfand, sie wurden bald als kürzer, bald als länger befunden. Die relativ beste Versuchsreihe ergab das Muster nach Figur 12. Es wurden den Blinden in willkürlicher Reihenfolge fünf Zinkbleche zur Beurteilung hingereicht; auf allen diesen fünf Zinkblechen war jedesmal die zwischen den beiden grossen Ansätzen, die stets 25 mm.

betrugen, befindliche Linie konstant gleich 20 mm. gehalten, während die 5 Vergleichslinien der Reihe nach die Längen von 14 17 20 23 26 mm. hatten. Die Differenz betrug also stets 3 mm. Die Resultate sind aus der Tab. XVIII

Tabelle XVIII.

Konstante = 20 mm.

mm.	M.	Ka.	Fr.	Sch.	Kl.
14	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
17	— — —	0 + —	— — —	0 0 0	— + +
20	— — —	+ + 0	+ + +	+ — 0	— — +
23	+ 0 +	+ + +	— — +	+ 0 0	+ + +
26	+ + +	+ + +	— — +	+ + +	+ + +

zu ersehen. Es sei noch erwähnt, dass jede der 5 Versuchspersonen die Muster 3mal zu prüfen bekam und zwar jedesmal an einem andern Tage; im ganzen wurden also hierbei 75 Messungen gemacht. Wie die Tab. XVIII nun zeigt, kann wohl von einer Gesetzmässigkeit nicht die Rede sein, da die variablen Vergleichslinien ungefähr eben so viel mal unterschätzt wie überschätzt worden sind.

Auch folgende Variation des Versuches lieferte noch keine verwertbaren Resultate. Nach Vorschlag von Prof.

Ebbinghaus wurden, wie aus Figur 14 ersichtlich, folgende 4 Geraden a b c d in dünnes Zinkblech eingetragen: die Geraden a b entsprechen den beiden Vergleichslinien des Müller-Lyer'schen Kontrastmusters,

Fig. 14.

während die Geraden c und d die kürzeren resp. die längeren Ansätze an die Vergleichslinien des Kontrastmusters darstellen. Derartiger Zinkbleche wurden 5 Stück hergestellt. Auf allen betrug die Länge der Geraden b 40 mm. Die Länge von c und d 20 resp. 55 mm.; auch die freien Abstände zwischen c und a und zwischen b und d waren auf allen 5 Blechen dieselben, nämlich 25 mm. Die Vergleichslinie a war variabel gehalten, sie betrug der Reihe nach 30, 35, 40, 45, 50 mm. Das Tastverfahren war auch entsprechend abgeändert; die Versuchspersonen hatten nämlich die Aufgabe, nicht wie in den sämtlichen vorigen Fällen mit dem Zeigefinger der rechten Hand, sondern mit den Zeigefingern beider Hände das Muster zu betasten, indem sie jedesmal die Zeigefinger auf die einander zugekehrten Endpunkte der beiden Geraden legten und nun mit der rechten Hand nach rechts hin, gleichzeitig mit der linken Hand nach links hin an den Geraden entlang tasteten und sich hierbei die Längen der Vergleichslinien zu merken suchten. Auch hier sind von besonderem Interesse die an den Blinden ausgeführten Messungen, weil sie konsequentere Resultate als die mit Sehenden vorgenommenen ergeben. Wie aus Tab. XIX ersichtlich, wurden im ganzen 150 Messungen ausgeführt und zwar an 6 Blinden.

Wie nun die Tab. XIX zeigt, ist eine der optischen analoge Tastsinntäuschung nicht nachweisbar. Jedoch machte sich bei dieser Versuchsanordnung ein zweifacher Fortschrit bemerkbar: Zunächst wurden fast durchweg die beiden objektiv kürzeren Vergleichslinien (30 und 35 mm.) und die beiden objektiv längeren (45 und 50 mm.) als solche richtig erkannt. Die wenigen Ausnahmen betragen nur 9,1%. Zweitens ergab die Praxis, dass dieses Verfahren, besonders das Anwenden beider Hände, das Fällen eines Urteils bedeutend erleichterte; dieser Umstand macht auch die überwiegende Anzahl der mit dem objektiven Tatbestand übereinstimmenden Resultate leicht erklärlich.

Erst folgende von Prof. Ebbinghaus vorgeschlagene Variation des Versuchsverfahrens lieferte Resultate, welche eine Gesetzmässigkeit aufweisen.

Aus steifer Pappe von der Dicke wie sie gewöhnlich zu Buchumschlägen benutzt wird, wurde eine Anzahl gleichmässig breiter (nämlich 80 mm.) kleiner Kartons geschnitten. Die Länge des kleinsten Kartons betrug 120 mm., alle übrigen nahmen um 3 mm. ab, also 117, 114 u. s. w. Die zu betastenden Kanten des Kartons wurden nicht geglättet, sondern so rauh gelassen, wie sie eben durch Schnitte mit einem Messer entstanden waren. Diese Kartons entsprachen der von 2 kürzeren Seitenlinien eingeschlossenen Mittellinie des Kontrastmusters. Die von den beiden längeren Seitenlinien eingeschlossene Mittellinie des Musters war hier ebenfalls durch einen ähnlichen Pappkarton dargestellt, der aber konstant 120 mm. lang war. Ein Pappkarton, der gleich breit wie die erwähnten, dagegen 250 mm. lang war, entsprach den längeren Ansatzlinien des Kontrastmusters, und ein zweiter, ebenfalls gleich breiter, aber nur 45 mm. langer, den kürzeren Ansatzlinien. Der erste Karton war willkürlich 250 mm. lang gewählt worden, denn er hatte nur den Zweck den Finger eine beträchtlich längere Strecke zurücklegen zu lassen, bevor er die Vergleichslinie antraf. Bei der Wahl der Länge des kurzen Kartons (45 mm.) waren

Tabelle XIX.

Konstante = 40 mm.

Sp.	Fr.	Sch.	Kl.	Ka.	M.	mm.
− − − − −	− − − − −	− − − − −	− − − − −	− − − − −	− − − − −	30
− − − − −	− − − − −	− − 0 0 −	− − − − −	− − − − −	− − − 0 −	35
− − − 0 0	− − − − 0	− − 0 0 +	0 − 0 − −	0 0 0 + 0	0 0 − 0 −	40
+ + + 0 0	+ + + + −	+ 0 + + +	0 0 + 0 +	+ + + + +	+ + + 0 +	45
+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	50

hauptsächlich praktische Momente massgebend. Ein die Länge von 30 mm. nicht übersteigender Karton erwies sich nämlich als höchst unpraktisch, weil der Finger zu leicht an den Enden desselben herabglitt; dagegen machte sich bei einem die Länge von 70 mm. übersteigenden Karton eine Beeinträchtigung der Leichtigkeit des Urteils bemerkbar. Deshalb erhielt dieser Karton die ungefähr in der Mitte zwischen diesen beiden Extremen stehende Länge von 45 mm. Diese beiden zuletzt erwähnten Kartons besassen polierte Kanten, um sie deutlich von den mit rauhen Kanten versehenen Vergleichskartons unterscheidbar zu machen. (Vgl. Figur 15.)

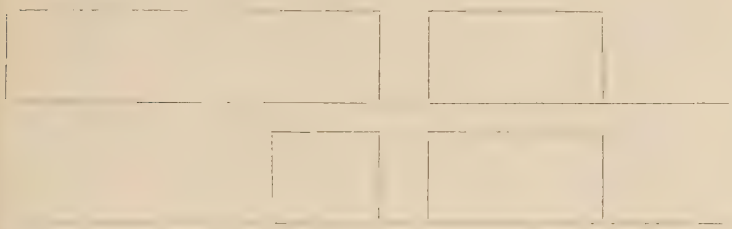


Fig. 15.

Der längste Karton von 250 mm. und der konstante Vergleichskarton von 120 mm. standen senkrecht in einer 1 cm. tiefen Rinne, die in einen entsprechend langen Holzklotz eingesägt worden war. Sie waren durch einen leeren Zwischenraum von 1 cm. von einander getrennt. Der kürzeste Karton von (45 mm.) und der mit dem Konstanten zu vergleichende Karton befanden sich in einer analogen Rinne in einem zweiten Holzklotz. Die Holzklötze wurden den Versuchspersonen stets so hingehalten, dass jedesmal sich die Vergleichskartons zu ihren rechten Seiten befanden. Zunächst wurde den Personen der mit dem konstanten Karton versehene Holzklotz hingereicht, und die Personen hatten die Aufgabe, mit dem Zeigefinger der rechten Hand an der

Tabelle XX.

Konstante = 120 mm.

	mm.	S.					P.					J.					B.					N.				
Tastsinn	120	+	+	+	+	−	+	−	+	+	−	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	117	0	+	+	+	0	+	+	0	+	0	0	0	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	0	+
	114	+	+	0	+	0	+	0	0	+	0	+	0	+	0	+	+	0	0	+	0	0	+	+	0	−
	111	0	−	0	+	−	0	0	−	0	−	0	+	+	0	−	−	+	0	0	−	−	−	+	−	−
	108	−	0	−	0	+	−	−	−	−	−	−	−	0	−	−	−	−	−	+	−	−	0	0	−	−
	105	−	−	−	−	−	−	−	0	−	+	0	−	−	−	−	−	−	−	0	−	−	−	−	−	−
	102	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	99	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	a. M.	114	108	112,5	108	115,5	111	112,5	112	111	117	111	115,5	108	112,5	112,5	112,5	114	114	108	114	114	108	108	115,5	115,5
	m. T.	6	12	7,5	12	4,5	9	7,5	8	9	3	9	4,5	12	7,5	7,5	7,5	6	6	12	6	6	12	12	4,5	4,5
				8,4					7,3					8,1					7,5					7,8		
Auge	120	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	117	0	+	0	+	+	0	0	0	+	+	0	+	+	+	0	0	+	0	0	+	0	+	0	+	+
	114	−	−	0	0	−	0	0	−	+	−	−	+	0	−	0	0	+	0	0	0	−	0	0	+	0
	111	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	m. T.	3	4,5	4,5	6	4,5	4,5	4,5	3	7,5	4,5	3	7,5	6	4,5	4,5	4,5	6	4,5	4,5	7,5	3	6	4,5	7,5	6
				4,5					4,8					5,1					5,4					5,4		

Tabelle XXI.

Konstante = 120 mm.

Fr.	Ka.	Sp.	Sch.	M.	mm.
+ + + + + +	+ + + + + +	+ + + + + +	+ + + + + +	+ + + + + +	120
+ + + + + +	+ 0 + + + 0	+ + 0 0 0 +	+ + + + + +	0 + + 0 + +	117
+ + + + + +	0 + + 0 + +	0 + + 0 + 0	0 − 0 0 + +	+ + 0 + 0 +	114
0 0 0 0 0 +	− 0 − 0 0 0	− − − 0 0 +	− + + − − 0	+ 0 − 0 − +	111
+ 0 + + + 0	0 − 0 − − +	0 0 0 − 0 −	0 0 − − 0 +	0 0 + − − 0	108
− − 0 + − −	− − − − − −	− − − − − −	− 0 0 − − 0	− − − − − −	105
− − + 0 − −	− − - − − −	− − − − − −	− − − − − −	− − − − − −	102
− − + − − −	− − − − − −	− − − − − −	− - − − − −	− − − − − −	99
111 109,5 108 106,5 111 108	111 114 108 112,5 111 114	111 108 112,5 114 112 114	111 106,5 109,5 114 108 108	112,5 109,5 114 114 114 108	M. a.
9 10,5 12 13,5 9 12	9 6 12 7,5 9 6	9 12 7,5 6 8 6	9 13,5 10,5 6 12 12	7,5 10,5 6 6 6 12	m.T.
11	8,3	8,1	10,5	6,3	

Trennungsfläche der beiden Kartons beginnend, zuerst an dem langen Karton nach links und zurück, dann an dem konstanten entlang nach rechts und zurück zu tasten. Dies konnten sie einigemale wiederholen, um sich die Länge des konstanten Kartons möglichst einzuprägen. Nun wurde ihnen möglichst schnell der zweite Holzklotz hingehalten und die beiden Kartons in analoger Weise, aber nur einmal abgetastet; worauf die Versuchspersonen mit grosser Leichtigkeit ihr Urteil abgaben. Der variable Karton wurde durch die stets um 3 mm. abnehmenden Kartons der Reihe nach ersetzt.

Es wurden im ganzen 5 sehende und 5 blinde Personen geprüft, die sehenden je 5, die blinden je 6 mal. Die Resultate sind in den Tab. XX und XXI verzeichnet. Es sei noch erwähnt, dass die sehenden Personen (Tab. XX) unbefangene, der Psychologie fern stehende Studenten der hiesigen Universität waren.

Wie aus den beiden Tabellen ersichtlich, wurde der dem konstanten gleiche Karton von 120 mm. stets von allen 10 Personen überschätzt, der um 3 mm. kürzere (von 170 mm.) meistens über- sonst gleichgeschätzt, kein einziges Mal aber unterschätzt. Erst in der um 6 mm. differierenden Horizontalreihe 114, treten vereinzelte — Zeichen auf. Die drei folgenden Horizontalreihen 111, 108, 105 zeigen bereits grosse Unregelmässigkeiten. Mit der 7. Horizontalreihe 102 ist für die sehenden Personen die Schwelle erreicht, wo die Täuschung überhaupt zu existieren aufhört. Auch für die Blinden wird man wohl die Reihe 102 als Schwelle der Täuschung ansetzen dürfen, da erstens die beiden in dieser Reihe enthaltenen Unregelmässigkeiten bei der Person Fr. in Anbetracht der absolut überwiegenden Anzahl der — Zeichen bei den übrigen Personen vernachlässigt werden können; und weil zweitens der Mittelwert aus sämtlichen mittleren Täuschungen für die Person Fr. 11 beträgt, also oberhalb der Schwelle (12) liegt.

Aus denselben Gründen wie in § 3 wurden auch hier nur die O-Zeichen zur Berechnung der mittleren Täuschung

verwertet. Die letzteren enthält die Horizontalreihe m. T. Der Uebersicht halber seien hier die Mittelwerte für die einzelnen Personen zusammengestellt: sie betragen:

Für die Sehenden	Für die Blinden
N. 7,8	M. 6,3
B. 7,5	Sch. 10,5
J. 8,1	Sp. 8,1
P. 7,3	K. 8,3
S. 8,4	Fr. 11

Das arithmetische Mittel aus diesen Mittelwerten beträgt für die Sehenden 7,8, für die Blinden 8,8. Mithin zeigen diese beiden Täuschungsbeträge eine ziemlich genaue Uebereinstimmung. Also ist das Bestehen einer der Müller-Lyer'schen Kontrasttäuschung analogen Tastsinntäuschung mit grosser Sicherheit festgestellt. Ihre Erklärung soll in Schluss-Paragraphen folgen.

Um diese eben beschriebene Tastsinntäuschung mit der optischen in Beziehung setzen zu können, wurden an denselben 5 sehenden Personen entsprechende Messungen vorgenommen. In ganz analoger Weise wie vorher wurden ihnen die Pappkartons zum Abschätzen mit den Augen hingehalten. Die Resultate stehen in den 4 untersten Horizontalreihen der Tab. XX. Ebenso wie vorher wurde auch hier die der Konstanten gleiche Variable stets überschätzt, die folgende um 3 mm. kürzere meistens überschätzt, sonst gleich geschätzt. Auch die 3. Horizontalreihe 114 zeigt noch eine ziemlich genaue Uebereinstimmung mit der analogen Horizontalreihe für den Tastsinn. Dagegen wurden die folgenden Kartons mit dem 111 mm. langen beginnend stets richtig als kürzer erkannt. Mithin liegt die Schwelle der optischen Täuschung unter den hier gewählten Bedingungen höher als die Schwelle der entsprechenden Tastsinntäuschung. Die Mittel aus beiden mittleren Täuschungen seien hier zusammengestellt. Sie betragen:

	Für das Auge	Für den Tastsinn
N.	5,4	7,8
B.	5,4	7,5
J.	5,1	8,1
P.	4,8	7,3
S.	4,5	8,4

Die arithmetischen Mittel aus sämtlichen mittleren Täuschungen betragen demnach für den Tastsinn 7,8, für das Auge 5,1. Die Tastsinntäuschung weist also einen höheren Zahlenwert als die analoge optische auf. Trotzdem sei aber ganz besonders auf folgenden aus Tab. XX ersichtlichen Umstand aufmerksam gemacht:

Die die Tastsinntäuschungen enthaltenden Horizontalreihen 111—99 der beiden Tab. XX und XXI lassen im allgemeinen ein starkes Ueberwiegen der – Zeichen erkennen. Die in diese Reihen höchst unsystematisch eingesprengten + und O-Zeichen werden wohl in der Hauptsache auf 2 Faktoren zurückzuführen sein: erstens auf momentanes Nachlassen der Aufmerksamkeit, die ja bei jeglichen Tastversuchen in hohem Grade in Anspruch genommen wird; und zweitens auf die grossen Schwierigkeiten, die überhaupt die Beurteilung von Längen von Strecken für den Tastsinn im Verhältnis zum Gesichtssinn bietet, selbst bei den im Tasten so geübten Personen, wie es die Blinden sind. Beide Täuschungen, sowohl die optische wie die Tastsinntäuschung, lasten mit ihrem Hauptgewicht auf den 3 ersten Horizontalreihen 120, 117, 114, mithin ist die Analogie der Müller-Lyer'schen Kontrasttäuschung in beiden Sinnesgebieten evident.

Wie bereits in der Einleitung und in § 2 gesagt worden war, dürften sich aus den Tastergebnissen Folgerungen für das optische Gebiet ergeben. Es sei jedoch hier bereits vorweggenommen, dass diese Folgerungen nur mit Vorsicht zu ziehen sind, weil bei sämtlichen hier beschriebenen Tastversuchen alle Reize nur successiv erfolgen, während sie

beim Sehen auch gleichzeitig wirken. Damit soll sich der folgende § 5 beschäftigen.

§ 5.

Anwendung der gefundenen Tatsachen auf die Haupttheorien der geometrisch-optischen Täuschungen.

Wie bereits in der Einleitung (§ 1) erwähnt worden war, werden die geometrisch - optischen Täuschungen im wesentlichen auf zwei von einander verschiedene Faktoren zurückgeführt; entweder werden sie als Empfindungs- oder als Urteilstäuschungen hingestellt. Es soll nun unsere Aufgabe sein, auf Grund der von uns gefundenen Thatsachen der Tastsinntäuschungen, eine Scheidung zwischen diesen beiden Erklärungsprinzipien zu versuchen. Vorher sei noch einiges über den Unterschied zwischen diesen beiden Anschauungen erwähnt. Die Empfindungstheorie lässt die Täuschung dadurch zu Stande kommen, dass sie annimmt, die betreffende geometrische Figur werde von dem Auge als eine mit dem objektiven Sachverhalt nicht übereinstimmende unmittelbar empfunden; dagegen muss die Urteilshypothese naturgemäss voraussetzen, dass die in den Augen entstehenden Empfindungen dem objektiven Tatbestand entsprechen, und dass erst das dazukommende Urteil bei der Abschätzung der Räume oder Strecken die Täuschung hervorruft, indem z. B. nach Müller-Lyer bei seinem Muster hinzugedachte Räume die Vergrösserung der einen und die Verkürzung der anderen Linie hervorrufen, oder nach der Auffassung von Lipps, indem in jedes geometrische Gebilde Vorstellungen von frei sich entfaltenden oder gehemmten Kräften resp. Bewegungen hineingelegt werden — bewusst oder unbewusst — und diese dann die Täuschung bewirken. Die Empfindungstheorien die gewöhnlich auch, aber nicht mit vollem Rechte, als physiologische bezeichnet werden, kann man in zwei Haupt-

gruppen teilen: in solche, die die Täuschung von einer spec. Struktur des Auges abhängig machen und in solche, die auf die Funktionen des Sehorgans und die diese begleitenden Empfindungen, so z. B. Anstrengung und Energieaufwand bei der Ausführung von Augenbewegungen, die Täuschungen zurückführen. Die erste Auffassung, die man als eine rein physiologische bezeichnen kann, ist verhältnismässig selten versucht worden; sind ja überhaupt die rein physiologischen Erklärungsversuche erst in letzter Zeit aufgekommen, denn seit der ersten wissenschaftlichen Behandlung der geometrisch-optischen Täuschung durch Oppel im Jahre 1854 hatten diese bis zuletzt fast unumschränkt als psychologische gegolten. Rein physiologisch haben nun Einthoven und Stöhr die geometrisch-optischen Täuschungen zu erklären versucht; erster überträgt die Tatsachen des indirekten Sehens auf das direkte, mit Zuhülfenahme von hypothetischen Zerstreuungskreisen und machte daraus sein Erklärungsprinzip („Eine einfache physiologische Erklärung für verschiedene geometrisch optische Täuschungen“ Pflügers Archiv Bd. 71); letzterer macht die Täuschungen von einer speziell konstruierten Mechanik der Linsenachsendrehung abhängig („Zur Erklärung der Zöllner'schen Pseudoskopie“ Leipzig 1898). Abgesehen nun von den sonstigen Einwänden, welche gegen die herangezogenen physiologischen Prinzipien gemacht worden sind, sind die beiden angeführten rein physiologischen Erklärungsversuche mit den festgestellten Tastsinntäuschungen wenig verträglich. Wären die optischen Täuschungen im wesentlichen von einer besonderen Struktur des Sehorgans abhängig, so wäre es wenig begreiflich, weshalb auch den optischen ganz analoge Täuschungen und noch dazu mit ganz analoger Gesetzmässigkeit auch für den Tastsinn bestehen, der doch eine ganz andere Struktur besitzt.

Brentano's Ansicht, dass die Täuschungen und zwar speziell beim Müller-Lyer'schen Muster durch eine Ueberschätzung der stumpfen und eine Unterschätzung der spitzen

Winkel hervorgerufen werden (vergl. die Abhandlungen: „Ueber ein optisches Paradoxon“ Zeitschr. für Psychol. und Physiol. 1892 Bd. 3 — „Uebes ein optisches Paradoxon“ Zweiter Artikel. Zeitschr. für Psychol. und Physiol. 1893, Bd. 5 — „Zur Lehre von den optischen Täuschungen“ Zeitschr. für Psychol. und Physiol. 1894, Bd. 6) ist trotzdem sie auf einen scharfen Widerspruch, besonders seitens Lipps (vergl. „Optische Streitfragen“ Zeitschr. für Psych und Physiol. Bd. 3, S. 493—504) gestossen ist, im optischen Gebiete sehr plausibel. Mit Hülfe der Ueber- resp. Unterschätzung von Winkeln lassen sich die Täuschungen ungezwungen erklären. Jedoch ist es fraglich, ob man dieses Prinzip auch im Gebiete des Tastsinns anwenden darf; zunächst müsste das Vorhandensein einer Ueber- resp. Unterschätzung von Winkeln durch den Tastsinn experimentell erwiesen werden; angenommen nun, dies wäre wirklich der Fall, so ist es trotzdem höchst zweifelhaft, ob die Täuschung im Sinne Brentano's vor sich gehen kann. Es wird nach Brentano die mit auswärts gekehrten Schenkeln versehene Linie des Müller-Lyer'schen Musters deshalb grösser gesehen, als die mit den einwärts gekehrten Schenkeln versehene Gerade, weil die stumpfen Neigungswinkel unterschätzt werden, mithin eine Verschiebung des Schnittpunktes der Schenkel über das Ende der Vergleichslinie hinaus einzutreten und die Linie dadurch verlängert zu sein scheint. Dieses Moment kann nun im Gebiete des Tastsinns schwerlich Anwendung finden; Die Versuchsperson fühlt beim Hinübertasten über das Müller-Lyer'sche Muster an unserem Tastapparat deutlich die Endpunkte der Vergleichslinien an einer und derselben Stelle der Fingerspitze. Das wesentliche durch Bretanos Auffassung geforderte Moment: die Verschiebung des Schnittpunktes der Winkelschenkel nach irgend welcher Richtung hin, ist zwar an sich nicht ausgeschlossen, sie wird aber wohl schwerlich durch einen erstens nicht erwiesenen und zweitens so geringfügigen Einfluss wie die Ueber- resp. Unterschätzung von Winkeln (in Anbetracht der geringen Schärfe des Tastsinns im Verhältnis

zum Gesichtssinn) zustande kommen. Vielmehr müssen da relativ stärkere Faktoren mitwirken, wovon im letzten § die Rede sein soll.

Auch die Ansichten von Müller-Lyer und die mit ihnen eng verwandten von Auerbach scheinen für eine Erklärung der Tastsinntäuschung beim Müller-Lyer'schen Muster wenig brauchbar zu sein. Nach der Konfluxions-Theorie von Müller-Lyer („Optische Urteilstäuschungen" Du Bois Archiv 1889 Suppl., S. 263. „Ueber Kontrast und Konfluxion" Zeitschr. f. Psych. und Physiol. 1896 Bd. 9. „Ueber Kontrast und Konfluxion". Zweiter Art ebenda 1896 Bd. 10) scheinen die beiden Vergleichslinien verschieden gross zu sein, weil man bei der Abschätzung nicht nur die beiden Linien, sondern unwillkürlich auch einen Teil des zu beiden Seiten abgegrenzten Raumes mit in Anschlag bringt (Du Bois' Arch. 1889, Suppl., S. 263.) Abgesehen nun von den Einwänden, die gegen die Konfluxions- und Kontrast-Theorie gemacht worden sind, ist das Konfluxionsprinzip auch im Gebiete der Tastsinntäuschungen wenig brauchbar. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die betreffenden hinzugedachten Räume durch den Untergrund, auf dem die betreffende Zeichnung entworfen ist, geschaffen werden. Beim Ueberschauen des Musters mit den Augen kann man sich leicht verleiten lassen, auch diese Räume mit in Anschlag zu bringen; dagegen beim Hinübergleiten mit der Fingerspitze über das Muster erhält man überhaupt keine Raumvorstellung im Sinne Müller-Lyers, ausser der Empfindung der Grösse der betreffenden Vergleichsstrecken, denn der irreleitende Untergrund ist infolge der Erhabenheit des Musters am Tastapparat gar nicht vorhanden. Die darüber befragten Versuchspersonen erklärten übereinstimmend, nicht eine Spur einer begleitenden Raumvorstellung im Sinne Müller-Lyers zu haben; ja es gelingt sogar erst nach längerem Bemühen, sich beim Hinübertasten die betreffenden Raumvorstellungen zu bilden. Mithin ist ihr Einfluss auf das Zustandekommen der Tastsinntäuschungen ausgeschlossen.

Aehnliches gilt auch von den Ansichten Auerbachs („Erklärung der Bretano'schen optischen Täuschung" Ztsch. f. Psych. und Physiol. Bd. 7, S. 152—160), die sich von denen Müller-Lyers nur unwesentlich unterscheiden, denn während Müller-Lyer die begrenzenden Räume zur Erklärung der Täuschung heranzieht, spricht Auerbach direkt von hinzugedachten Nebenlinien, die den Vergleichslinien parallel verlaufen und die Täuschung bewirken sollen.

Lipps Anschauungen (vergl. „Optische Streitfragen" Ztschr. f. Psychol. und Physiol. Bd. 3 „Die geometrisch-optischen Täuschungen" ebenda 1896, Bd. 12. Bemerkungen zu Heymans Art. „Quantitave Untersuchungen über die Zöllner'sche und Loeb'sche Täuschung", ebenda 1897 Bd. 15. „Raumaesthetik und geometrisch-optische Täuschungen" Leipzig 1897), sind zur Genüge bekannt; es ist zweifellos, dass man, falls man die Lipps'schen Prinzipien rückhaltslos annimmt, sämtliche geometrisch-optische Täuschungen erklären kann. Lipps Theorie ist auf seine mechanisch-aesthetischen Ansichten über den Raum und seine Gebilde gegründet; die zahlreichen verschiedensten Wechselwirkungen von vorgestelllen Kräften sind bei geschauten Raumdingen, bei geschauten geometrischen Gebilden zwar nicht erwiesen, aber sehr wohl denkbar. Es wäre jedoch etwas gewagt, alle diese mannigfaltigen Erscheinungen der „belebenden Phantasie" die Lipps aufgefunden hat, die unbewusst wirkenden Vorstellungen von frei aus sich verlaufenden und gehemmten Bewegungen auf die Empfindungen der Fingerspitzen zu übertragen. Besonders spricht aber das Vorhandensein der beiden beschriebenen Tastsinntäuschungen bei den Blinden gegen die Ansichten von Lipps. Optische und aesthetische Eindrücke sind nach Lipps identisch, ihre gemeinsame Wurzel liegt in der Vorstellung von mechanischen Thätigkeiten. Geometrisch-optische Täuschungen entstehen nun allgemein aus den Vorstellungen von Kräften, Thätigkeiten und Tendenzen, die in den räumlichen Gebilden zu wirken, oder durch deren Wirkung die räumlichen Gebilde ihr Da-

sein zu haben scheinen. Sie kommen zustande, indem wir die Kräfte, Tätigkeiten oder Tendenzen vorstellen.

Wir kennen, sagt Lipps weiter, die Tätigkeiten des Sichaufrichtens, eine Tendenz der Verengung und Erweiterung etc. nur insofern vorstellen, als wir dasjenige, in dem wir sie vorstellen, sich aufrichten, resp. sich ausweiten oder verengern lassen. Damit dies nun möglich ist, müssen wir die betreffenden mechanisch-ästhetischen Erfahrungen gemacht haben. Derartige Erfahrungen setzen aber unbedingt das Vorhandensein des Gesichtssinnes voraus, mithin sind sie bei Blindgeborenen völlig ausgeschlossen.

Die Lipps'schen Prinzipien sind also für die Erklärung der Tastsinntäuschung garnicht verwertbar, und werden damit für das optische Gebiet, das doch augenscheinlich mit dem des Tastsinnes verwandt ist, wenig wahrscheinlich.

Auch die von A. Thiéry („Ueber geometrisch-optische Täuschungen", Wundt's Philos. Studien. Bd. XI) vertretene Ansicht, nach welcher die geometrisch-optischen Täuschungen aus der Möglichkeit perspektivischer, plastischer Auffassung erklärt werden, (nach welcher Theorie z. B. das Müller-Lyer'sche Muster gemäss den Elementarregeln der Perspektive 2 Rechtecke mit einer gemeinschaftlichen Seite darstellt, wobei diese in der einen Form der Figur vom Beobachter entfernter, in der anderen ihm näher ist als die anderen Seiten) — auch diese Ansicht ist zur Erklärung der beschriebenen Tastsinntäuschungen nicht brauchbar, da von einer Verwendung der perspektivischen Momente im Sinne Thiérys im Gebiete des Tastsinns nicht die Rede sein kann.

Von anderen Prinzipien wie die bisher erwähnten Forscher geht Wundt aus (vgl. „Die geometrisch-optischen Täuschungen" Bd. 24 der Abhandlungen der mathem.-physikalischen Klasse der kgl. sächs. Gesellsch. der Wissensch. Leipzig 1896). Er bestreitet, dass die Täuschungen Urteilstäuschungen seien, und sucht ihre Ursache in Modifikationen der Empfindungen. „Nicht die Täuschung beruht auf einem Urteil, sondern erst die Behauptung, dass die Wahrnehmung eine Täuschung enthalte, ist ein auf logischen Erwägungen

begründetes Urteil“ (a. a. O., S. 169). Wundt fordert nun für eine jede Theorie der geometrisch-optischen Täuschungen die Berücksichtigung von 2 Faktoren: des Netzhautbildes und der Blickbewegungen; aus dem Zusammenwirken beider seien die Täuschungen zu erklären. So kommt z. B. bei dem Müller-Lyer'schen Muster der Faktor der Blickbewegungen derart zur Geltung, dass das Auge beim Ueberblicken des einen Teils des Musters die Empfindung einer gehemmten Bewegung, bei der anderen Hälfte die Empfindung einer freiverlaufenden Bewegung hat. Es ist leicht ersichtlich, dass dieses Moment für die Erklärung unserer Tastsinntäuschungen wertvoll sein muss, denn man führt ja mit der Fingerspitze beim Hinübergleiten über den Tastapparat dem Auge analoge Bewegungen aus. Sollte man selbst für das optische Muster den Einfluss der Blickbewegungen auf das Zustandekommen der Täuschung nicht zugeben, so wird man dies für das Tastmuster, wo doch Bewegungen der Fingerspitze unbestritten ausgeführt werden, nicht thun können. Der zweite Wundt'sche Faktor: das Netzhautbild, kommt natürlich für unsere Erwägungen nicht in Betracht

Im Gegensatz zu Wundt stellen die vorher angeführten Ansichten von Müller-Lyer, Auerbach, Lipps die geometrisch-optischen Täuschungen als Urteilstäuschungen hin; vgl. z. B. Lipps „Raumästhetik“, S. 66: „In Wahrheit nun sind die optischen Täuschungen nicht Modifikationen der Wahrnehmung, sondern Urteilstäuschungen.“

Gewissermassen eine vermittelnde Stellung zwischen den Urteils- und Empfindungshypothesen nimmt die Anschauung von Heymans ein (vgl. „Quantitave Untersuchungen über das optische Paradoxon“, Zeitschr. f. Psych. u. s .w. 1896, Bd. 9 und 1897, Bd. 14).

Heymans geht von Wundt und Delboeuf aus, die beide der Erklärung des Müller-Lyer'schen Musters unwillkürliche, erzwungene Augenbewegungen zugrunde legen. Er sucht nun nach den psychologischen Gesetzen, kraft denen der durch das Gegebensein der Schenkel bedingte Zwang zur Augenbewegung die Täuschung zustande bringt und

glaubt den Schlüssel dazu im Begriff des Bewegungskontrastes gefunden zu haben, weil seiner Ansicht nach das von ihm gefundene Cosinus- und Maximumgesetz nur auf Grund des Bewegungskontrastes zu erklären sei, (a. a. O., S. 248). Bei jeder Abmessung der Vergleichslinien des Müller-Lyer'schen Musters macht sich der Einfluss der Winkelschenkel geltend, indem diese die Vorstellung einer vom Berührungspunkte der Schenkel mit der Vergleichslinie ausgehenden, auf das freie Ende der ersteren hingerichteten Augenbewegung erwecken (eine Vorstellung, welche wie alle Bewegungsvorstellungen die Tendenz hat, eine entsprechende wirkliche Bewegung zu erzeugen). Die eine rechtwinklige Komponente jener vorgestellten Bewegung ist nun mit der unmittelbar folgenden Blickbewegung gleichgerichtet, wenn diese zur Abmessung der Linie mit den einwärts gekehrten Schenkeln, dagegen derselben entgegengesetzt, wenn sie zur Abmessung der Linie mit den auswärts gekehrten Schenkeln übergeht. Dem entsprechend muss sie das Mass der nachfolgenden Blickbewegung in jenem Falle kleiner, in diesem Falle grösser erscheinen lassen, als dies sonst geschehen würde, woraus als Gesamtergebnis die bekannte Täuschung resultiert (a. a. O., S. 248). Die Brauchbarkeit dieses Heymans'schen Prinzips des Bewegungskontrastes für eine Erklärung der beschriebenen Tastsinntäuschungen lässt sich nicht leugnen. Denn erstens bringt Heymans das successive Einwirken der Reize, das doch beim Tasten unbestritten vorhanden ist, mit in Anschlag. Zweitens findet der von Heymans im optischen Gebiete angenommene Bewegungskontrast durch das Vorhandensein der Müller-Lyer'schen Kontrasttäuschung im Gebiete des Tastsinns seine Bestätigung.

Das Ergebnis der Untersuchungen dieses § ist also kurz zusammengefasst folgendes:

Wir haben die Ursachen, welche unsere beiden Tastsinntäuschungen bewirken, in den verschiedenen Modifikationen der Fingerbewegungen, wie sie eben durch die spezifische Anordnung der Tastmuster bedingt werden, zu suchen. Damit soll sich der nun folgende Schluss-Paragraph beschäftigen.

§ 6.

Versuch einer Erklärung der beiden in den §§ 3 und 4 beschriebenen Tastsinntäuschungen.

Wie aus dem Schluss des vorigen § ersichtlich, haben wir die Bewegungen der Fingerspitze einer näheren Prüfung zu unterziehen.

Zunächst das Müller-Lyer'sche Muster in seiner Uebertragung auf den Tastsinn.

Beim Hinübergleiten mit der Fingerspitze über das Müller-Lyer'sche Muster zeigt uns die unmittelbare Erfahrung, dass wir von der einen Hälfte des Musters tatsächlich eine ganz andere Empfindung haben, wie von der anderen. Die darüber befragten Versuchspersonen erklärten einstimmig, dass sie beim Hinübergleiten mit dem Finger über die mit den einwärts gekehrten Schenkeln versehene Hälfte des Tastmusters deutlich die Empfindung einer gehemmten Bewegung, dagegen beim Hinübergleiten über die andere Hälfte des Musters, diese Hemmungsempfindung nicht hätten. Wenn nämlich der aufliegende Finger über die erstgenannte Hälfte des Musters gleitet, so stösst er, ehe er ihr deutlich markiertes Ende erreicht, an die beiden einwärts gekehrten Seitenwände (was besonders beim Tastapparat deutlich wahrnehmbar ist). Der Erwartung der Versuchsperson, dass die Strecke bald aufhören müsse, wird also durch diesen Umstand stark Vorschub geleistet, ihre Aufmerksamkeit wird auf das erwartete Ende ganz besonders konzentriert. Ganz dasselbe widerfährt der Versuchsperson auch am anderen Ende der Strecke, wo sich das zweite einwärts gekehrte Schenkelpaar befindet. Das Gesamtergebnis also ist, dass sich der Versuchsperson schon beim Antreffen der beiden die Bewegung hemmenden einwärts gekehrten Schenkelpaare die Vorstellung des Aufhörens der Strecke an beiden Enden associert, noch ehe die wirklichen Endpunkte der Strecke erreicht sind: Die Strecke scheint also an den beiden Enden eher aufzuhören, woraus sich eine Unterschätzung ihrer tatsächlichen Länge ergibt.

Bei der zweiten mit den auswärts gekehrten Schenkeln versehenen Hälfte des Musters kommen diese das scheinbar schnellere Aufhören der Strecke bewirkenden associativen Vorstellungen völlig in Wegfall. Die Versuchsperson hat erst dann die Empfindung des Aufhörens der Strecke, wenn sie mit der Fingerspitze ihr tatsächliches Ende erreicht hat. Es ist also nicht die geringste Ursache vorhanden, diese Strecke zu unterschätzen. Wird also nun die Versuchsperson aufgefordert, die beiden Strecken mit einander zu vergleichen, so muss sie die mit den einwärts gekehrten Schenkeln versehene im Vergleich mit der andern unterschätzten (vorausgesetzt natürlich, dass beide Strecken objektiv gleich lang waren).

Diese Erwägungen, sowie die bereits erwähnte Erfahrungstatsache, dass die beiden Hälften des Musters verschiedene Empfindungsinhalte bieten, legten die Vermutung nahe, dass die beiden Hälften des Musters wohl einen verschieden starken Einfluss auf das Zustandekommen der Täuschung ausüben. Deshalb schien es zur Aufklärung der Täuschung dienlich zu sein, die beiden Hälften des Musters getrennt mit einer einfachen Linie (ohne Ansatzstücke) zu vergleichen (nach Vorschlag von Prof. Ebbinghaus). Das Versuchsverfahren war folgendes: Ein mit dem im § 3 beschriebenen identisches Muster (Neigungswinkel 30°, Länge der Winkelschenkel 15 mm., Länge der Konstanten 40 mm.), wurde derart zerlegt, dass zunächst die mit den einwärts gekehrten Schenkeln versehene Hälfte auf einem Pappkarton erhaben eingetragen war, analog wie auf den Zinkblechen in § 3a. Die von den Ansatzstücken befreite Vergleichslinie schloss sich nicht unmittelbar an die vorige an, sondern war von der letzteren durch einen leeren Zwischenraum von 15 mm getrennt. Die eingeschlossene Linie war konstant 40 mm. gehalten, die freie besass der Reihe nach die Längen von 40, 39 . . . bis 32 mm. Es wurden nun an 4 Blinden je 3 Messungen vorgenommen. Die Resultate enthält die

Tabelle XXII.
Konstante = 40 mm.
Neigungswinkel = 30°.
Schenkellänge = 15 mm.

	M.			Ka.			Sch.			Sp.		
40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
39	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
38	+	0	+	0	0	+	+	+	0	+	+	0
37	+	+	+	+	0	0	0	+	0	+	0	0
36	0	—	+	0	+	0	0	—	0	—	0	0
35	—	0	—	—	0	—	—	0	0	0	0	—
34	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	0
33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A. M.	36	36,5	35,5	37	36,2	36,5	36,5	35	36,5	35	36	36,2
m. T.	4	3,5	5,5	3	3,4	4,4	3,5	5	3,5	5	4	3,8
		4,3			3,6			4			4,3	

Tabelle XXII. Die Mittel aus den mittleren Täuschungen betragen für die einzelnen Personen:

M, 4,3
Ka. 3,6
Sch. 4
Sp. 4,3

Das Mittel aus der Summe der sämtlichen mittleren Täuschungen ist demnach 4,1. Laut Tab. Ia, welche die mit dem nicht zerlegten Muster erhaltenen Resultate enthält, betrugen die Mittel aus den mittleren Täuschungen für die einzelnen blinden Personen (von denen 3 dieselben waren, wie in Tab. XXII, nämlich M. Ka. Sch.):

M. 7,3
Ka. 5,5
Sch. 5,9
Kl. 4,5

und das arithmetische Mittel aus diesen Täuschungen war 5,7. Mithin ist die durch das nicht zerlegte Müller-Lyer'sche Muster hervorgerufene Täuschung grösser als die durch das beschriebene zerlegte bewirkte.

Analog wurde die zweite Hälfte des zerlegten Musters auf ihre Wirksamkeit geprüft. Die mit den auswärts gekehrten Schenkeln versehene Linie war konstant 40 mm. lang. Die 15 mm. von ihr entfernte freie Linie hatte der Reihe nach die Werte von 40, 41 . . . bis 48 mm. Die an denselben 4 Blinden vorgenommenen Messungen enthält die Tab. XXIII. In dieser Tab. sind die Horizontalreihen 47 und 48 weggelassen, weil sie lauter nicht in Rechnung kommende ⊦ Zeichen enthalten, denn bereits die Reihe 45 zeigt nur mit dem objektiven Thatbestand übereinstimmende Urteile. Die Mittel aus den mittleren Täuschungen betragen für die einzelnen Personen:

M. 2,3
Ka. 1,7
Sch. 2,3
Sp. 1,8

Tabelle XXIII.
Konstante = 40 mm.
Winkelschenkel = 15 mm.
Neigungswinkel = 30°

	M.			Ka.			Sch.			Sp.		
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41	—	0	0	0	0	—	—	—	0	—	0	0
42	0	—	0	—	—	0	+	—	0	—	0	+
43	0	+	0	+	0	+	+	0	0	0	+	+
44	+	0	+	—	+	+	+	—	—	+	+	+
45	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+
46	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
A. M.	42,5	42,5	42	41	42	42	41,5	43	42	43	41,5	41
m. T.	2,5	2,5	2	1	2	2	1,5	3	2	3	1,5	1
	2,3			1,7			2,3			1,8		

Das Mittel aus sämmtlichen Täuschungen ist demnach 2,1.

Das Mittel aus sämtlichen mittleren Täuschungen, die der mit den einwärts gekehrten Schenkeln versehene Teil des Musters hervorgebracht hatte, betrug 4,2. Daraus ergeben sich zwei Folgerungen:

1. Addieren wir die beiden zuletzt erwähnten Mittel, so erhalten wir 6,3. Das Mittel aus sämtlichen Täuschungen die dasselbe, aber nicht zerlegte Muster bewirkt hatte betrug 5,7. Mithin stellt sich die durch das nicht zerlegte Muster erhaltene Gesamttäuschung nahezu als die Summe der beiden Teiltäuschungen dar.

2. Unsere Vermutung, dass den beiden Teilen des Musters ein verschieden starker Einfluss auf die Grösse der Täuschung zukomme, findet sich vollkommen bestätigt. Der mit den einwärts gekehrten Schenkeln versehene Teil des Musters ist also der Haupterreger der Täuschung.

Jetzt bleibt es uns noch übrig, die durch die mit den auswärts gekehrten Schenkel versehene Hälfte des Musters hervorgerufene geringere Teiltäuschung zu erklären: Wenn man mit aufliegendem Finger diese Hälfte des Musters abzutasten beginnt, so hat man zunächst die Empfindung der beiden nach der Richtung der folgenden Vergleichslinie konvergierenden Seitenschenkel. Die Aufmerksamkeit wird auf den erwarteten Anfangspunkt der Vergleichslinie konzentriert und unwillkürlich drängt sich die Vorstellung vom Beginn der Vergleichslinie auf, ehe noch die Fingerspitze den tatsächlichen Anfangspunkt ganz deutlich empfindet: die Linie scheint also eher anzufangen. Mithin muss diese Linie länger erscheinen, als eine ihr objektiv gleich lange, die aber die Seitenschenkel nicht besitzt.

Dieses Prinzip erklärt auch die experimentell gefundene Tatsache, dass die mit den einwärts gekehrten Schenkeln versehene Strecke eine grössere Täuschung hervorruft, als die mit den auswärts gekehrten. Bei der letzteren Strecke wird nämlich das scheinbare schnellere Beginnen der Linie stets nur an dem Ende der Strecke hervorgerufen, an welchem man eben zu tasten begonnen hat. Ist der Finger im weiteren Verlauf über die Strecke geglitten, so wird er

nur durch den deutlich markierten zweiten Endpunkt der Strecke aufgehalten; das zweite von diesem Punkte ab divergierende Schenkelpaar übt keine Wirkung mehr aus. Dagegen wird beim Hin- und Hertasten auf der mit den einwärts gekehrten Schenkeln versehenen Strecke das scheinbare frühere Aufhören derselben an beiden Enden durch die beiden der jeweiligen Bewegung entgegenkommenden Schenkelpaare hervorgerufen. Mithin muss die Täuschung in diesem Falle grösser sein, als im vorigen, wo nur stets das eine Schenkelpaar täuschungserregend wirkt.

Dieser Tatbestand fällt nicht zusammen mit den entsprechenden Befunden von Heymans auf optischem Gebiete. Heymans hat bekanntlich nachgewiesen, das beim optischen Muster die mit den auswärts gekehrten Schenkeln versehene Gerade der Hauptträger der Täuschung ist. Es bewirken zwar die Schräglinien in beiden Hälften des Musters beide Arten von Kontrast nämlich den Bewegungskontrast im Sinne von Heymans und den Grössenkontrast im Sinne von Müller-Lyer. Nur sind diese beiden Wirkungen in dem einen Falle (bei der Hälfte mit den auswärts gekehrten Schenkeln) einander gleichgerichtet und verstärken einander, in dem anderen Falle (bei der Hälfte mit den einwärts gekehrten Schenkeln) einander entgegen gerichtet, so dass sie sich abschwächen.

Es ist ohne weiteres einleuchtend, dass diese entgegengesetzten optischen und taktilen Befunde gar nicht zu einander in Beziehung gesetzt werden können. Denn, wie ersichtlich, ist der grössere Einfluss der auswärts gekehrten Schenkel auf dem optischen Gebiete nur aus dem gleichzeitigen Einwirken der Reize erklärlich. Dagegen ist der geringere Einfluss derselben Schenkel auf dem taktilen Gebiete nur auf das successive Einwirken der Reize zurückzuführen.

Auch die von uns gefundene Gesetzmässigkeit, dass die Grösse der Täuschung sich umgekehrt proportional zur Grösse der Winkel verhält, ist mit Hilfe des obigen Erklärungsprinzips leicht verständlich. Das scheinbare schneller

Aufhören resp. Beginnen der Vergleichslinien wird nämlich in den Fällen gefördert werden, in welchen der Finger die Winkelschenkel eher antrifft und in welchen ferner die Winkelschenkel immer stärker konvergieren. Dies trifft naturgemäss für stets abnehmende Winkel immer mehr zu. Mithin muss die Grösse der Täuschung mit zunehmenden Winkeln abnehmen, mit abnehmenden zunehmen.

Zur Erklärung der in § 4 beschriebenen Müller-Lyer'schen Kontrasttäuschung für den Tastsinn müssen wir auf die Tatsachen des Kontrastes überhaupt zurückgreifen.

Die im Gebiete des Grössenkontrastes bestehende Gesetzmässigkeit, wonach Grösseres durch Kleineres vergrössert und Kleineres durch Grösseres verkleinert wird, trifft auch, wie die Ergebnisse des § 4 zeigen, im Bewegungsgebiete zu. Längere Bewegungen werden durch kürzere verlängert, kürzere durch längere verkürzt. Für eine Erklärung der Tatsachen des Bewegungskontrastes erweist sich das von G. E. Müller u. F. Schuman („Ueber die psychologischen Grundlagen der Vergleichung „gehobener Gewichte," Pflügers Archiv Bd. 45) aufgestellte Prinzip der „motorischen Einstellung" äusserst fruchtbar. Nach Müller u. Schumann begegnen wir der motorischen Einstellung schon beim Vergleichen zweier Gewichte unter gewöhnlichen Umständen. Zum Heben des zweiten Gewichtes wird nämlich derselbe Impuls erteilt wie beim ersten; das von der Bewegung des ersten Gewichtes erhaltene Bewegungsbild ist beim Uebergang zum zweiten noch in hoher Bereitschaft. Das Vergleichsurteil wird nun gemäss der Geschwindigkeit gefällt, mit welcher die beiden Gewichte emporgehen.

Analysieren wir nun den Vorgang, der sich bei dem in § 4 geschilderten Versuchsverfahren abspielt: Der Finger legt zuerst die längste Strecke an der polierten Kante des Pappkartons von 250 mm. nach links hin zurück. Die Länge der Strecke veranlasst den Finger zu einer ziemlich schnellen Bewegung, die er nun auf den rechts befindlichen Pappkarton von 120 mm. überträgt. Die Versuchsperson wird angehalten, diese Bewegungen einige Male zu wieder-

holen, um sich die Länge des rechten Vergleichkartons möglichst einzuprägen. Dadurch stellt sich der Finger auf die motorischen Impulse für diese beiden Bewegungen ein.

Nun wird der Versuchsperson plötzlich links der kürzeste Karton von 40 mm. hingehalten; dank der motorischen Einstellung legt der Finger diese kurze Strecke zunächst mit der entsprechenden Geschwindigkeit zurück. Die überraschende Kürze dieses Kartons macht die Versuchsperson geradezu stutzig, deshalb führt sie die Rückwärtsbewegung auf dem Karton sehr vorsichtig und mithin verlangsamt aus. Diese vorsichtige und verlangsamte Bewegung wird nun auf den zweiten rechts befindlichen Vergleichskarton (der dem vorher an dieser Stelle befindlichen objektiv an Länge gleicht) übertragen. Das Bewegungsbild der schnelleren Bewegung auf dem zuerst rechts abgetasteten Vergleichskarton ist noch in hoher Bereitschaft, und das Vergleichsurteil wird nun von der Versuchsperson gemäss der Geschwindigkeit gefällt, mit der sie die beiden Bewegungen ausgeführt hatte. Mithin wird die an zweiter Stelle zurückgelegte Strecke überschätzt, weil sie der Finger langsamer als im ersteren Falle durcheilt hatte.

Die offen gebliebene Frage, ob die beiden obigen Tastsinntäuschungen auch beim gleichzeitigen Einwirken der Reize in gleicher Grösse und Gesetzmässigkeit bestehen, dürfte sich wohl auch experimentell entscheiden lassen. Dies würde eine neue Serie von Messungen mit entsprechender Apparatur erfordern, was aber nicht in dem Rahmen der vorliegenden Arbeit lag.

Litteratur-Verzeichnis.

Auerbach, Erklärung der Brentanoschen optischen Täuschung. 1899 Zeitschr. für Psychol. u. Physiol. Bd. 7.

Brentano, Ueber ein optisches Paradoxon Zeitschr. für Psychol. etc. 1892 Bd. 3. Ueber ein optisches Paradoxon. Ebda. Zweiter Artikel. 1893 Bd. 5. Zur Lehre von den optischen Täuschungen. Ebda. 1894 Bd. 6.

Dresslar, A new illusion for Touch and an explanation for the illusions of displacement of certain crosse lines in wision. Americ. Journal of Psychology. 1893 Bd. 6. Studies in psychology of Touch. Ebda. 1893 Bd. 6.

Einthoven, Eine einfache physiol. Erklärung für verschiedene geometrisch optische Täuschungen. Pflügers Archiv für Physiologie. Bd. 71. 1898.

Heymans, Quantitative Unter suchungen über das optische Paradoxon Zeitschr. für Psychol. etc. 1896, Bd. 9. Quantitative Untersuchungen über die Zöllnersche und die Löb'sche Täuschung. Ebda. 1897 Bd. 14.

James, The Principles of Psychology, London 1891.

Lipps, Optische Streitfragen. Zeitschr. für Psychol. etc. 1892 Bd. 3. Die geometrisch optischen Täuschungen. Ebda. 1896. Bd. 12. Bemerkungen zu Heymanns Artikel, Quantitative Untersuchungen über die Zöllnersche und die Löb'sche Täuschung. Ebda. 1897 Bd. 15. Raumästhetik und geometrisch optische Täuschungen. Leipzig 1897.

Loeb, Untersuchungen über die Orientierung im Fühlraum der Hand und im Blickraum. Pflügers Archiv. 1889 Bd. 46.

Müller-Lyer, Optische Urteilstäuschungen. Du Bois Archiv. 1889 Suppl. S. 263. Ueber Contrast und Confluxion. Zeitschr. für Psychol. etc. 1896 Bd. 9. Ueber Contrast und Confluxiou. Zweiter Artikel. Ebda. 1896 Bd. 10.

Müller-Schumann, „Ueber die psychologischen Grundlagen der Vergleichung gehobener Gewichte. Pflügers Archiv Bd. 45.

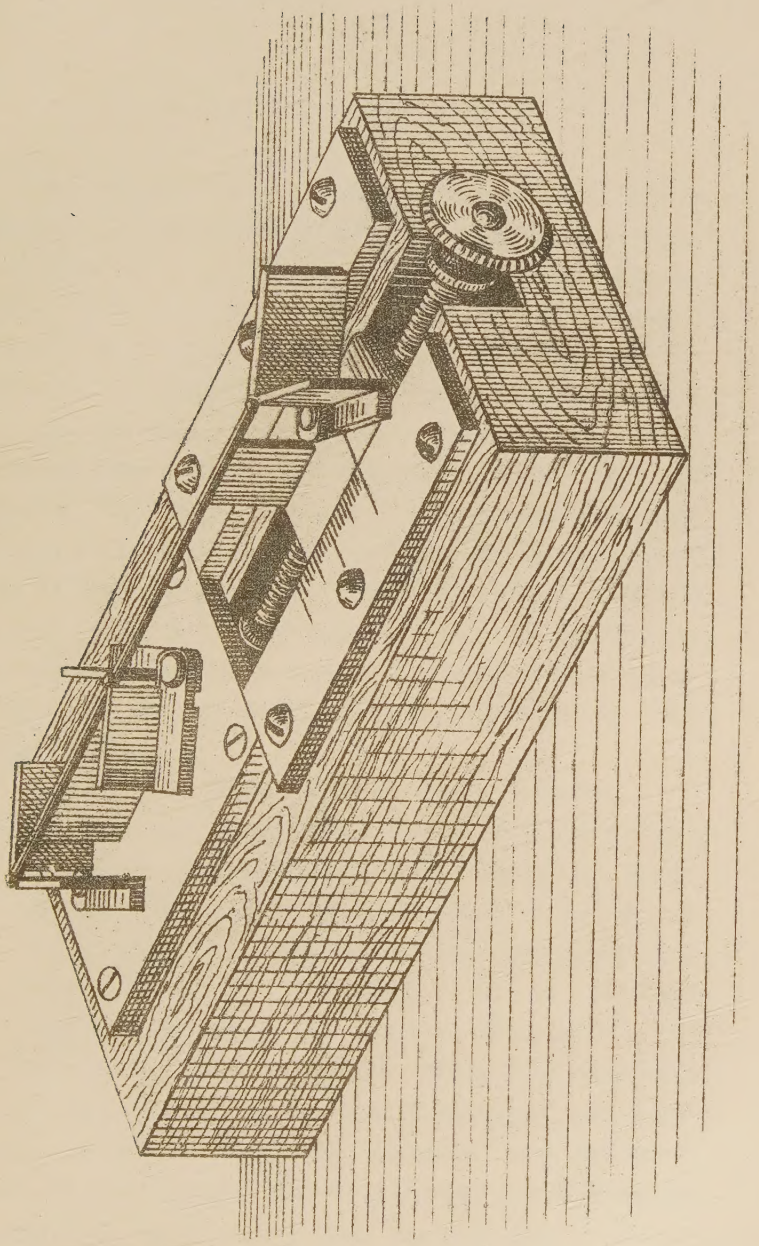
Oppel, Ueber geometrisch optische Täuschungen. Jahresbericht d. physik. Vereins zu Frankfurt a. M. 1854/55.

C. F. Parrish, The cutaneous estimation of open and filled space Americ. Journal of Psychology. 1893 Bd. 6.

Stöhr, Zur Erklärung der Zöllnerschen Pseudoskopie, Leipzig 1898.

Thièry, Ueber geometrisch optische Täuschungen. Wundts Philosophische Studien Bd. 11.

Wundt, Die geometrisch optischen Täuschungen. Bd. 24 der Abhandlg. d. mathem. physik. Classe der Kgl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig 1898.



Lebenslauf.

Ich, Michael Sobeski, bin am 3. September 1877 in Pleschen, Provinz Posen, geboren als Sohn des Kgl. Amtsgerichtsrats a. D. und Rittergutsbesitzers Edmund Sobeski. Meine Konfession ist katholisch. Ich habe das Marien-Gymnasium zu Posen besucht und nach im Jahre 1897 bestandener Reifeprüfung bezog ich die Universität München, um die Rechtswissenschaften zu studieren. Im zweiten Semester ging ich zur philosophischen Fakultät über und studierte Philosophie, Mathematik und Naturwissenschaften an den Universitäten Leipzig, Göttingen, Berlin und Breslau. Am 11. Juni 1902 bestand ich das Chemische Verbandsexamen unter Herrn Geheimrat Professor Dr. Ladenburg zu Breslau. Unter Leitung des Herrn Professor Dr. Ebbinghaus habe ich die Arbeit „Ueber Täuschungen des Tastsinns“ verfasst.

Ich hörte die Vorlesungen der Herren Dozenten:

Ahrens, Barth, Behn, Bohlmann, Brückner, Cramer, Ebbinghaus, Emil Fischer, Fock, Gabriel, Heinze, Herz, Ladenburg, O. E. Meyer, G. E. Müller, v. Oettingen, Paulsen, Schmekel, Schoenfliess, F. Schumann, H. A. Schwarz, Stumpf, Warburg, Wiedemann, Wundt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, den erwähnten Herren Dozenten für die in ihren Vorlesungen und Laboratorien genossene Ausbildung, besonders aber dem Herrn Prof. Dr. Ebbinghaus für die Anregung und Leitung der vorliegenden Arbeit meinen Dank auszusprechen.

Thesen.

1. Sowohl in der Philosophie wie in den Naturwissenschaften kann man mit reinen Erfahrungstatsachen, wie es die Positivisten und manche Neokantianer wollen, nicht auskommen, sondern man ist bei der Aufstellung von wissenschaftlichen Theorien gezwungen, sich metaphysischer Prinzipien zu bedienen.
2. Das Unbewusste ist ein notwendiges Glied im Causalnexus des psychischen Geschehens.
3. Der Syllogismus ist eine wohlberechtigte und unser Wissen fördernde und erweiternde Form der Erkenntnis.
4. Das VIIIte Axiom der Euklidischen Geometrie, das s. g. Kongruenzaxiom, ist von Schopenhauer mit Unrecht als ungeometrisch angegriffen worden. (Die Welt als Wille und Vorstellung. – II. Teil.)